

**ACTUALIZACIÓN DE LA RED VIAL DE LOS MUNICIPIOS DE GUATEQUE, LA
CAPILLA, SUTATENZA Y TENZA MEDIANTE SIG**

ÁNGELA PAOLA JIMÉNEZ GIL

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA
FACULTA DE INGENIERA
INGENIERÍA DE TRANSPORTE Y VÍAS
TUNJA
2018**

**ACTUALIZACIÓN DE LA RED VIAL DE LOS MUNICIPIOS DE GUATEQUE, LA
CAPILLA, SUTATENZA Y TENZA MEDIANTE SIG**

ÁNGELA PAOLA JIMÉNEZ GIL

**Trabajo de grado en modalidad de practica con proyección empresarial
presentado como requisito para optar el título de
INGENIERA DE TRANSPORTE Y VÍAS**

Directora: Ing. Esp. ÁNGELA MARÍTZA CRISTANCHO MOLINA

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA
FACULTA DE INGENIERA
INGENIERÍA DE TRANSPORTE Y VÍAS
TUNJA
2018**

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

DEDICATORIA

Por su inmensa colaboración, apoyo y fortaleza brindada durante proceso de aprendizaje no solo como profesional sino como persona dedico estas líneas a mi familia, mi papá Arturo quien fue un pilar en estos años de academia, mi mamá Gloria una de las mujeres más fuertes que la vida me dio a conocer, mi hermano Camilo quien me ha acompañado en todo el recorrido de enseñanza y a mi hermana Yenny.

AGRADECIMIENTOS

Este proceso de formación profesional no hubiera sido posible sin la enseñanza recibida por parte de cada uno de los ingenieros, maestros, compañeros y colegas de la escuela de Ingeniería de Transporte y Vías que me acompañaron en esta etapa académica.

Agradezco a la Ingeniera Ángela Maritza Cristancho quien estuvo como directora del presente proyecto, además de ser una guía en todo el proceso fue un ejemplo como profesional.

Así como a los Ingenieros Diego Suarez en el proceso de corrección y Diego Barón por la atención brindada en el desarrollo de las actividades propuestas en la Secretaria de Infraestructura de la gobernación de Boyacá.

A mi compañero, colega y amigo Julián Báez, por el acompañamiento y colaboración en la última etapa de culminación académica. De igual manera a mi confidente y amiga, Alejandra López por su apoyo.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|----|
| INTRODUCCIÓN | 13 |
| RESUMEN | 14 |
| GLOSARIO | 15 |
| 1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA | 18 |
| 1.1 MARCO REFERENCIAL | 18 |
| 1.2 MARCO CONCEPTUAL | 21 |
| 1.3 MARCO LEGAL | 25 |
| 2. CARACTERIZACIÓN DEL PROYECTO..... | 27 |
| 2.1 ASPECTOS GENERALES | 27 |
| 2.2 MUNICIPIOS DE ESTUDIO..... | 29 |
| 3.2.1 Aspectos generales de los municipios: | 30 |
| 2.3 INFRAESTRUCTURA..... | 37 |
| 3.3.1 La Capilla | 38 |
| 3.3.2 Guateque | 39 |
| 3.3.3 Sutatenza | 39 |
| 3.3.4 Tenza..... | 39 |
| 4. METODOLOGÍA | 40 |
| 5.1. FASES METODOLÓGICAS | 40 |
| 5.1.1 Fase preparatoria | 40 |
| 5.1.2 Fase de recolección y procesamiento de información. | 40 |
| 5.1.3 Fase de desarrollo de actividades. | 41 |
| 5.1.4 Fase propositiva | 42 |
| 5.1.5 Fase entrega de resultados. | 42 |
| 5.2. PROCESO DE REORREFERENCIACIÓN..... | 42 |

| | |
|---|----|
| 5.2.1 Actualización de la red vial | 43 |
| 5.3. METODOLOGÍA DEL SISTEMA INTEGRAL NACIONAL DE INFORMACIÓN DE CARRETERAS | 48 |
| 5.4. ACTUALIZACIÓN DE LA MATRIZ DEL PLAN VIAL DE BOYACÁ (PVD) | 50 |
| 5.5. JERARQUIZACIÓN DE LA RED VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE LA CAPILLA..... | 55 |
| 6. RESULTADOS | 56 |
| 6.1. CORRECCIÓN TOPOLÓGICA..... | 56 |
| 6.2. ARCHIVOS DEL SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL DE CARRETERAS..... | 58 |
| 6.3. ACTUALIZACION DEL PLAN VIAL DEPARTAMENTAL..... | 63 |
| 6.3.1 Red vial..... | 63 |
| 6.3.2 Red vial a cargo del Departamento. | 64 |
| 6.3.3 Conectividad vial de la red secundaria. | 64 |
| 6.3.4 Proyectos de Infraestructura..... | 64 |
| 6.3.5 Trafico de buses y carga nominal y pasajeros..... | 73 |
| 6.3.6 Relación Costo ton/km..... | 73 |
| 6.3.7 División Política. | 73 |
| 6.3.8 Zonas de riesgo municipal. | 73 |
| 6.3.9 Vías en zonas de riesgo. | 73 |
| 6.3.10 Áreas protegidas..... | 73 |
| 6.3.11 Vías en zonas protegidas | 73 |
| 6.3.12 Crecimiento intercensal. | 73 |
| 6.3.13 Funciones y roles del municipio..... | 73 |
| 6.3.14 Zonas turísticas | 74 |
| 6.3.15 Áreas especiales de producción. | 74 |
| 6.3.16 Vías turísticas. | 74 |
| 6.3.18 Priorización de tramos..... | 74 |

| | |
|---|----|
| 6.4. JERARQUIZACIÓN DE LA RED VIAL URBANA EN EL MUNICIPIO DE LA CAPILLA | 77 |
| 6.4.1 Tramos de estudio. | 77 |
| 7. CONCLUSIONES | 81 |
| 8. BIBLIOGRAFÍA..... | 83 |
| ANEXOS..... | 85 |

Lista de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Mapa del departamento de Boyacá..... | 27 |
| Figura 2. Mapa de la Provincia de Oriente de Boyacá..... | 28 |
| Figura 3. Municipios de estudio..... | 30 |
| Figura 4. Metodología..... | 43 |
| Figura 5. Corrección del trazado..... | 44 |
| Figura 6. Conversión de atributos CAD a Shape..... | 45 |
| Figura 7. Corrección de red terciaria..... | 46 |
| Figura 8. Comprobar validez de geometría..... | 47 |
| Figura 9. Identificación del error..... | 47 |
| Figura 10. Edición de tabla de atributos..... | 49 |
| Figura 11. Tabla de atributos..... | 50 |
| Figura 12. Corrección de la red vial del municipio de La Capilla..... | 56 |
| Figura 13. Mapa de la red vial nacional y departamental de la zona de estudio..... | 57 |
| Figura 14. Localización de tramos de estudio..... | 80 |

Lista de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Atributos de Tramo Vía..... | 58 |
| Tabla 2. Atributos de Berma..... | 59 |
| Tabla 3. Atributos de tipo de terreno..... | 60 |
| Tabla 4. Atributos de sitios de accidentalidad..... | 62 |
| Tabla 5. Atributos de sitios de inestabilidad..... | 62 |

Lista de Cuadros

| | |
|--|----|
| Cuadro 1. Archivos a reportar..... | 20 |
| Cuadro 2. Características de la Provincia de Oriente..... | 29 |
| Cuadro 3. Generalidades del municipio de La Capilla..... | 31 |
| Cuadro 4. Generalidades del municipio de Guateque..... | 32 |
| Cuadro 5. Generalidades del municipio de Sutatenza..... | 34 |
| Cuadro 6. Generalidades del municipio de Tenza..... | 35 |
| Cuadro 7. Registros editados..... | 48 |
| Cuadro 8. Recomendaciones generales de la actualización del PVD..... | 52 |
| Cuadro 9. Red vial del municipio de tenza..... | 65 |
| Cuadro 10. Red vial a cargo del departamento..... | 68 |
| Cuadro 11. Conectividad de la red a cargo del departamento..... | 69 |
| Cuadro 12. Proyectos de infraestructura..... | 70 |
| Cuadro 13. Priorización de tramos..... | 75 |
| Cuadro 14. Tramos seleccionados..... | 77 |

Lista de Anexos

| | |
|--|----|
| Anexo A. Mapa reserva natural-municipio de La Capilla..... | 85 |
| Anexo B. Mapa de zonificación de riesgos..... | 86 |
| Anexo C. Anexo digital..... | 87 |

INTRODUCCIÓN

En el presente trabajo se describe el desarrollo de las actividades realizadas para la actualización de la red vial de la Provincia de Oriente en el departamento de Boyacá, correspondiente a los municipios de Guateque, La Capilla, Tenza y Sutatenza mediante herramientas de Sistema de Información Geográfica (SIG), esto con el fin de actualizar la topología de las vías a cargo de la Gobernación enmarcándolas dentro de un contexto social y económico propio del sector de estudio.

El proceso de modificación y ajuste realizado a las vías se realizó mediante el software de QGIS y ArcGIS dando lugar a la creación de una base de datos previstas de diferentes fuentes con un formato geográfico y referenciado a partir de imágenes satelitales y shape base. La incorporación de información en el programa permitió localizar las principales características que definen la priorización de los tramos de vía en el Plan Vial Departamental, el cual contiene y a su vez se identificaron los tramos de vía urbana más representativos del municipio de La Capilla.

La actualización se realizó a partir de la compilación de información secundaria suministrada por la Gobernación de Boyacá y entes gubernamentales de la zona de estudio.

RESUMEN

Para la actualización de red vial de los municipios de estudio, se realizaron los procesos de corrección topológica y geométrica de todas las vías a cargo del departamento y del municipio realizando a su vez, la georeferenciación de shape base suministrados por la Secretaria de infraestructura Pública de la Gobernación de Boyacá, lo cual dio lugar a un procesamiento y análisis de información secundaria mediante herramientas SIG en donde se generaron tablas de atributos de las características de la red vial siguiendo los parámetros establecidos en la Metodología general del Sistema Integral Nacional de Información y el Plan Vial Departamental. La jerarquización de las principales vías urbanas del municipio de La Capilla se da como un aporte al trabajo final presentado a continuación.

GLOSARIO

Amenazas: Se refiere a todo fenómeno atmosférico, hidrológico, geológico e incendios que se puedan presentar por acciones ajenas directamente a una actividad humana.

ArcGIS: Es un conjunto de productos de software que agrupan varias aplicaciones para la captura, edición, análisis, tratamiento, diseño, publicación e impresión de información geográfica. Programa con licencia privada, producido y comercializado por la empresa ESRI.

Base de datos geográficos: Es una colección de datos organizados de manera que puedan ser utilizados en una o varias aplicaciones de SIG, esta información se asocia con formatos espaciales y de atributos.

Capa: En los Sistemas de Información Geográfica, se relaciona como una herramienta capaz de visualizar datasets geográficos, representada por símbolos y etiquetas.

Datasets: Sistema de almacenamiento que referencia las entidades de una superficie.

Datos raster: Conjunto de información compuesta por filas y columnas de píxeles, donde cada píxel representa una región geográfica y el valor del píxel, alguna característica propia de la región.

Datos topológicos: Representación simbólica de un atributo o característica de la representación gráfica de la superficie de la tierra, sus formas y detalles naturales y artificiales. Sirven para detectar y corregir errores de digitación.

Datos vectoriales: Proporciona una representación de objetos espaciales visibles en el mundo real dentro de un ambiente SIG.

Fallas estructurales: Deterioros localizados en una o varias capas de la estructura de un pavimento disminuyendo comodidad percibida por el usuario.

Fallas Funcionales: Son deficiencias leves producidas cuando un pavimento ha perdido su función e incide de servicialidad.

Georreferenciación: Proceso mediante el cual se define exactamente la ubicación sobre la superficie de la tierra de una imagen o conjunto de datos raster.

Inventario vial: Es un sistema de información detallada sobre toda la red vial contenida en el SINC y que son administradas por la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles y Ministerio de Transporte.

Ortofoto: Se conoce también como ortofotografía, la cual es una fotografía aérea corregida geométrica que representa una franja de terreno precisa, sin distorsiones inherentes a las imágenes aéreas. Sirven de apoyo para realizar mediciones reales, superponiendo elementos cartográficos sobre ella.

Shapefile (SHP): Son datos en formato vectorial de almacenamiento digital creado por la empresa ESRI. Permite almacenar elementos geográficos y atributos asociados a ellos.

Sistemas de Información Geográfica (SIG): Es una herramienta de análisis de información que representa un fragmento de terreno, referenciando espacialmente la topología.

Sistema Nacional de Información de Carreteras (SINC): Es un sistema de información único nacional con una base de datos de todas las carreteras a cargo de la Nación, departamentos, municipios y demás dependencias especiales que conforman el inventario nacional de carreteras.

Sistema de referencia: Grupo de convenciones y conceptos teóricos adecuadamente modelados que permiten definir, en cualquier momento, la orientación, ubicación y escala de tres ejes coordenados [X, Y, Z].

Sistema de referencia MAGNA-SIRGAS: Conjunto de coordenadas espaciales en el tiempo, requeridas para determinar la posición de un punto en el espacio nacional, referenciado a partir de estaciones geodésicas SIRGAS (Sistema de Referencia Geocéntrico para las Américas) de alta precisión sobre el continente y dirigido sobre la superficie del país, con un sistema de posicionamiento global básico denominada MAGNA (Marco Geocéntrico Nacional de Referencia).

Vía: Franja de tierra destinada al uso público o privado del tránsito de vehículos, personas y animales.

1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1 MARCO REFERENCIAL

Las carreteras se presentan como un medio de comunicación entre dos o más puntos, clasificándose según su importancia, nivel de tránsito y condiciones topográficas. En Colombia, la red vial se divide según su funcionalidad en primarias, secundarias y terciarias; por el tipo terreno en plano, ondulado, montañoso o escarpado. Para el año 1993, se decide transferir la red vial a cada ente sectorizando la Red Vial de Segundo Orden a los departamentos y la Red Vial de Tercer Orden a los municipios con participación del Instituto Nacional de Vías.

Como cumplimiento de la normatividad establecida para la asignación de recursos y regalías, destinados para mantenimiento y rehabilitación de la red vial en el país, se tiene que cada entidad estatal debe cumplir con la elaboración y desarrollo de planes de ordenamiento territorial y viales, enfocados al progreso de la población con inversiones públicas optimizadas. Definida la administración de cada red vial, se crea, para el año 2012, el Programa de Plan Vial Regional dentro del Ministerio de Transporte¹ con el fin de promover la elaboración de técnicas de planeación.

Siguiendo lo descrito en la Metodología para el Desarrollo de Planes Viales Departamentales y como responsable de proveer los factores de competitividad, la Gobernación de Boyacá adelanta la realización del Plan Vial Departamental PVD, orientado a actualizar características topológicas de cada uno de sus 123 municipios, agrupados en 15 provincias. Este proyecto se divide en varios procesos de formulación, establecidos en las siguientes fases:

¹ MINISTERIO DE TRANSPORTE. Metodología Para el Desarrollo de Planes Viales. Departamentales Dirección de infraestructura. Colombia. 2012. p 10.

- Fase preparatoria
- Fase de recolección y procesamiento de información
- Fase de diagnóstico
- Fase propositiva. 57_31
- Fase de difusión y publicación
- Fase de ejecución

La información física, social, económica y de desarrollo, parte de los planes territoriales desarrollados anteriormente en cada municipio, carentes de actualización permanente, como también de cada una de las dependencias adscritas a la Gobernación de Boyacá. La compilación de datos lleva a identificar el estado de la infraestructura vial como lo señala la Metodología para el Desarrollo de Planes Viales Departamentales² a partir de una clasificación sectorial.

En relación al acopio y realización de mapas temáticos para la actualización y caracterización de la red vial, se establece en la Metodología General para Planes Viales, reportar Información correspondiente a la red a cargo de cada municipio del país y actualizar la base de datos del Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras. Se deben registrar archivos de tipo geográfico con componentes alfanuméricos geo-referenciados del eje vial de la vía en formato texto con los códigos de las vías, fecha, nombre y sector en formato tipo numérico, así mismo nombra la categoría, número de kilómetros, longitud, departamento y municipio en componente espacial debidamente referenciado, siguiendo los lineamientos de las coordenadas del Marco Geocéntrico Nacional de Referencia MAGNA (EPSG: 4686) de la longitud, latitud y altura de cada municipio. Los datos a entregar por los entes gubernamentales de cada zona, deben ir sustentados bajo parámetros y documentación real, actualizada y soportada por profesionales en la rama de la ingeniería.

² MINISTERIO DE TRANSPORTE. Metodología Para el Desarrollo de Planes Viales. Departamentales Dirección de infraestructura. Colombia. 2012. p 57.

En el Cuadro 1, se observan los archivos que deben reportar cada municipio ante el SINC considerando que “una vía puede estar conformada por uno o varios segmentos de línea, que se transfieren como un solo registro en el archivo”³ y estos una vez transferidos, no podrán contener geometrías mixtas ni deben ser tipo multi-parte.

Cuadro 1. Archivos a reportar

| No. CAPA | ARCHIVO | TIPO DE GEOMETRÍA |
|----------|---------------------------------|-------------------|
| 1 | Tramo de vía | Línea |
| 2 | Berma | Línea |
| 3 | Sección transversal | Línea |
| 4 | Separador | Línea |
| 5 | Tipo de terreno | Línea |
| 6 | Puente | Línea |
| 7 | Muro | Línea |
| 8 | Túnel | Línea |
| 9 | Estación de pesaje | Punto |
| 10 | Intersección | Punto |
| 11 | Peaje | Punto |
| 12 | Sitio crítico de accidentalidad | Línea |
| 13 | Sitio crítico de inestabilidad | Línea |
| 14 | Señal horizontal | Línea |

Fuente: Propia adaptado de SINC, Ministerio de Transporte (2014).

³ MINISTERIO DE TRANSPORTE. Metodología General para Reportar la Información que conforma el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras. Resolución Número 0001067 de 2015. p. 40.

Cuadro 1. Archivos a reportar. (Continuación)

| No. CAPA | ARCHIVO | TIPO DE GEOMETRÍA |
|----------|------------------|-------------------|
| 15 | Señal vertical | Punto |
| 16 | Daño en flexible | Línea |
| 17 | Daño en rígido | Línea |
| 18 | Daño en afirmado | Línea |

Fuente: Propia adaptado de SINC, Ministerio de Transporte (2014)

Proyectos realizados bajo el esquema del SINC como la modificación del Plan Departamental de la Gobernación del Valle del Cauca 2011-2020, muestran un avance en la utilización de la metodología como una herramienta de planificación e identificación de las necesidades topológicas a nivel de la red vial. Esto ha facilitado la inversión y gestión de recursos económicos, perfilándose como una región con un alto potencial productivo, agroalimentario y energético, contando con una infraestructura vial dinámica y en buen estado. La elaboración de este plan, fue guiado por el ya realizado en el Departamento del Meta⁴, pionero en la implementación de sistemas de georeferenciación e integración de base de datos espaciales.

1.2 MARCO CONCEPTUAL

La implementación de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG), como lo describen Puerta, Rengifo y Bravo⁵ permiten almacenar, procesar e interpretar datos Geoespaciales, separando la información en capas temáticas con

⁴ MINISTERIO DE TRANSPORTE. Plan Vial Departamental del Valle del Cauca 2011-2010. Gobernación del Valle de Cauca. Valle del Cauca. 2012. p 14.

⁵ PUERTA T.R, RENGIFO T.J y BRAVO M.N. Conceptos básicos de ArcGIS 10: ArcGIS básico 10. Perú: Universidad Nacional Agraria de la Selva, 2011. p. 8-11.

diferentes atributos, que puede ser almacenada en un formato ráster con información satelital e imágenes áreas, orientadas a la representación de características de pendiente del terreno, altitud o precipitación, como también se puede almacenar en un formato vectorial creado a partir de fuentes de información espacial existente o generados con algún software de SIG. Esto conlleva a la conformación de una base de datos geográficos seleccionados de formatos compatibles para la creación de tablas de atributos alfanuméricos, plasmándolo, finalmente, en mapas temáticos representando la tipología de una superficie. Para la creación de una base de datos referenciados espacialmente, la información puede ser almacenada en formatos digitales con elementos geográficos localizados y atributos asociados a ellos llamados shapefile en donde su estructura contiene entidades de puntos, líneas y polígonos.

ESRI (Enviromenta ISystems Research Institute) empresa que lidera el desarrollo de SIG enuncia 4 actividades principales que cumplen estos sistemas:

- Analizar: monitorea qué está sucediendo dentro de un área específica y así tomar decisiones, localizar que hay cerca de un lugar con determinadas características y hallar cambios en un área que pueden prever situaciones futuras.
- Cuantificar: Los individuos encuentran las cantidades, lo más y lo menos, para ubicar lugares que desempeñen los criterios de búsqueda y poder tomar acciones, o para hallar relación entre los lugares, logrando un nivel adicional de información que simplemente localización.
- Mostrar: En áreas con varias características puede ser complicado ver cuál de ellas tiene mayor concentración que otras con determinada características; con un SIG se mide el número de características, mediante el uso de una unidad área uniforme como hectáreas o metros cuadrados, en un mapa que muestra de manera clara las distribuciones.

- Ubicar: Dónde se encuentran las cosas permite localizar lugares que tienen las características buscadas y facilita ver dónde se pueden tomar las acciones que se necesiten.

En cada una de las 4 actividades nombradas se incluyen un número infinito de aplicaciones específicas en varios campos como ambiental, predial, infraestructura, entre otros, que han evidenciado como el uso de SIG ha contribuido al mejoramiento de su desempeño en términos técnicos y económicos⁶

El software QGIS es una herramienta SIG de código libre en el mercado, con la incorporación de datos como vectoriales Shapefile, ArcInfo coverages siendo compatible con la plataforma privada AcrGis, Mapinfo y Gras GIS dando lugar a la creación de bases de datos previstas de diferentes fuentes con un formato geográfico. La incorporación de información en el sistema permite realizar una exploración de datos sobre diferentes temas, ya sea sobre hidrología, sistema de red vial, acueductos, posición referenciada de puntos de interés, limitación de zonas, entre muchos otros, generando una representación gráfica de una franja de terreno, con complementos de mapas satelitales de la plataforma de Google Earth Pro, Street View, Maps, Landsad, entre otros.

Este software realiza la corrección topológica relacionando los objetos espaciales de la región con una red de datos, actualizando la geometría de algunos elementos a partir de mapas existentes en formato satelital y dwg. Este proceso puede mejorarse con el uso de la extensión comprobador de topología, revisando los archivos vectoriales y verificándolos con varias reglas topológicas, además QGIS cuenta con una herramienta de edición de topología ideal para la creación de nuevas capas incorporando reglas de edición. Para la visualización y filtro de información, el programa cuenta con una interfaz similar a ArcGIS por lo que encontramos herramientas vectoriales de geoprocésamiento en donde se

⁶ ZULUAGA SANTA, Carlos. Trazado de carreteras mediante sistemas de información geográfica. Ingeniero civil. Medellín. Universidad EAFIT (Escuela de Administración, Finanzas e Instituto Tecnológico). 2011. III-LVI.

despliegan la opción de Buffer, intersección, unión, cortar y disolver que son las más utilizadas en este proceso, de igual manera se encuentran herramientas sobre análisis, geometría y gestión de datos. Para la creación de Raster, se cuenta con un menú que contiene las opciones de proyección, conversión, extracción, análisis, miscelánea, calculadora y configuración de GdalTools, así como también cuenta con un menú de edición de capa, complementos, base de datos, conexión a las plataformas web, procesos y ayuda.

Para desarrollo de ajustes de la red vial de los municipios de estudio, se tiene el plan realizado por la secretaria de infraestructura del Departamental de Boyacá con datos no actualizados, que corresponde a un programa que pretende fortalecer la red vial secundaria y terciaria del departamento, el cual está orientado a facilitar dentro de un marco regional y nacional la competitividad e integración de los municipios y departamentos a través de la implementación de procesos y herramientas de gestión vial para realizar el mantenimiento y mejora de vías, y el fortalecimiento de las competencias en materia vial teniendo en cuenta una buena planificación, logrando así el desarrollo y progreso de las regiones y, en consecuencia, un nivel de calidad de vida. La red vial a cargo del departamento está conformada por: vías que comunican cabeceras municipales entre sí, vías que comunican cabeceras municipales con la red vial Nacional y las vías de orden terciario que comunican, en su mayoría, la zona urbana con la rural. Todas estas vías requieren un nivel de servicio con vías siempre transitables.

En la actualización red vial, se requiere realizar correcciones de trazado y correcciones de topología, las cuales consienten en corregir geometrías en donde coinciden de manera mixta entidades de puntos, líneas y polígonos, que afectan la validación de información en un software GIS. Generar estos errores dificultan los cálculos de longitud e intersección en polígonos y líneas ya que impiden una continuidad, dividiendo una línea que representa una sola carretera, en multipartes.

1.3 MARCO LEGAL

A partir del decreto número 1895 del 05 de Noviembre de 2008, la gobernación de Boyacá determina la red vial a cargo del departamento, considerando que las vías primarias están a cargo de la Nación, las vías Secundarias a cargo de del departamento y las vías terciarias administradas algunas por el departamento y municipios. Las dispuestas por la nación se encuentran administradas por el Instituto Nacional de Vías desde el año 2003. Todas las carreteras que permiten la unión de las zonas de producción y consumo, las vías que conecten municipios más poblados como las capitales de las provincias y aquellas que permiten la unión modal de distintos medios de transporte con la red principal y de terciaria, son consideradas parte de la red secundaria.⁷ Para el año 2008 la ley 1228 de 2008, se crea el Sistema Integral Nacional de Carreteras “SINC” abierto al público con información de las carreteras del país y administrado principalmente por el Ministerio del Transporte y en menor medida por las entidades departamentales, municipios y distritos.

Mediante la expedición de la Ley 105 de 1993, se descentraliza la red terciaria o caminos vecinales a entes gubernamentales como los departamentos. En los artículos 12, 16 y 17 se asignan la responsabilidad de la infraestructura a la nación, departamentos y municipios, modificada por el Decreto 1735 de 2001 en donde se fija las disposiciones para el manejo de la Red Nacional de Carreteras por parte del Instituto Nacional de Carreteras.

En 2013, el Ministerio de Transporte formula la Resolución 1860 de 2013, describiendo la metodología con la cual cada uno de los municipios del país, debe reporta ante el SINC la actualización y caracterización de la red vial a su cargo,

⁷ GOBERNACION DE BOYACA. Decreto 001895,2008. Red Vial a Cargo del Departamento de Boyacá. Departamento de Boyacá. 2008. p. 1-2.

según los parámetros que allí se describen. En el año 2015, mediante la Resolución 1067, realiza unas modificaciones a la resolución anterior, dictando otras disposiciones en el proceso de información y la modificación del plazo máximo de entrega, que inicialmente se fijaba en un plazo de dos años transcurridos desde el 2013, hasta la fecha límite de Abril del 2018.

En el documento del Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) número 3857⁸, se indica como las gobernaciones deberán seguir la política pública de los lineamientos para la gestión de la red terciaria, la cual establece qué porcentaje de vías se encuentra a cargo de la nación, departamentos y municipios y cómo se debe proceder a realizar la caracterización y actualización de toda la red vial nacional, en donde cada departamento debe registrar ante el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras (SINC) la categorización, ubicación, especificaciones, extensión, puentes, estado, proyectos nuevos, intervenciones futuras, poblaciones que atienden y demás información que determine el Ministerio de Transporte. Dentro del mismo documento se describe cómo se debe elaborar el inventario de la red vial terciaria y la recolección de información primaria, no solo con lineamientos del SINC, sino también del Departamento Nacional de Planeación DNP. Por otro lado, este mismo organismo en el documento CONPES 3480 de Julio 23 de 2007, realiza una orientación hacia la competitividad.

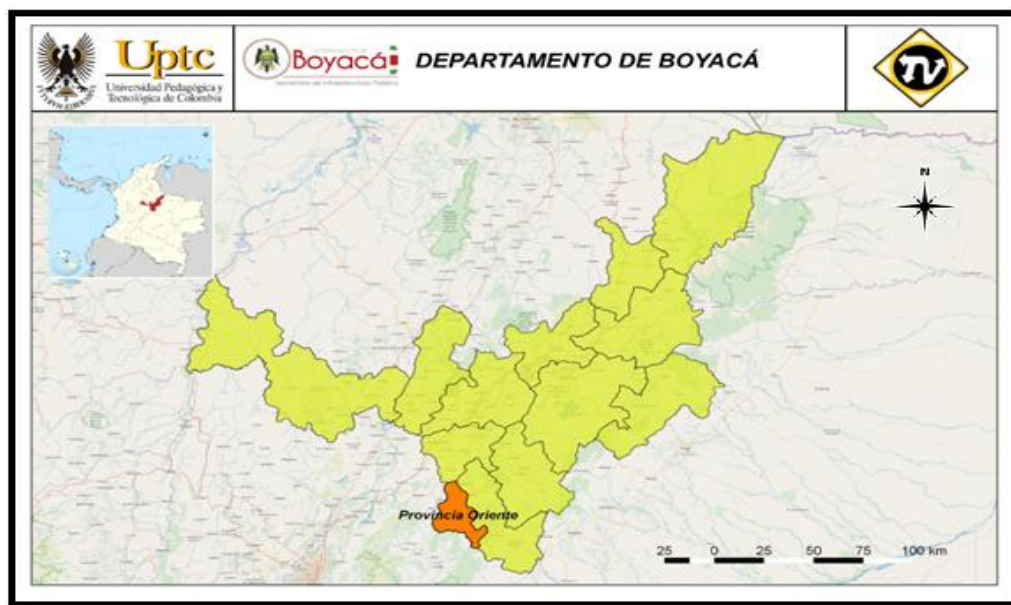
⁸ CONSEJO NACIONAL DE POLITICA. Ley 1228 de 2008. Ministerio de Transporte. Bogotá D.C. 2008. p. 4-6

2. CARACTERIZACIÓN DEL PROYECTO

2.1 ASPECTOS GENERALES

La Provincia de Oriente se encuentra ubicada en la parte Sur-occidental del Departamento de Boyacá, limitando en el costado norte con la Provincia de Márquez, por el oriente con Neira y hacia el sur, con el Departamento de Cundinamarca⁹ tal y como se observa en la figura 1. Esta provincia, junto con la Provincia de Neira, pertenece a la subregión del Valle de Tenza con jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Chivor.

Figura 1. Mapa del departamento de Boyacá



Fuente: Representación en QGIS de Shapes. Plan Vial Departamental

⁹ MINISTERIO DE TRANSPORTE, CONSULTORES REGIONALES ASOCIADOS CRA S.A. Elaboración y/o actualización del inventario vial del Departamento de Boyacá. Anexo N°2 Estudios de Transito. 2009. p 137-138.

La Provincia de Oriente, con una extensión total de 488 Km, la componen los municipios Almeida, Chivor, Guateque, Guayata, La Capilla, Somondoco, Sutatenza y Tenza, tal y como se muestra en la figura 2. Con base en la localización delimitada con el Departamento de Cundinamarca y su topología, el municipio de Guateque se establece como capital de la Provincia, aunque su extensión territorial es la más baja, contiene el mayor número de habitantes generando una dinámica económica superior al resto de la zona.

Figura 2. Mapa de la Provincia de Oriente de Boyacá



Fuente: Representación en QGIS de Shapes. Plan Vial Departamental.

Con el fin de caracterizar la región, se presenta en el Cuadro 2, un resumen de los aspectos topológicos de los municipios de la provincia de estudio.

Cuadro 2. Características de la Provincia de Oriente

| <i>Municipios</i> | <i>Extensión (Km2)</i> | <i>Habitantes</i> | <i>Numero de Veredas</i> | <i>Posición geográfica</i> | |
|--------------------------|-----------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| | | | | <i>Longitud</i> | <i>Latitud</i> |
| Almeida | 57,8 | 2294 | 9 | 73° 22'43" | 4° 58'14" |
| Chivor | 111 | 2126 | 14 | 73° 22'06" | 4° 53'16" |
| Guateque | 37 | 9603 | 20 | 73° 29'0" | 5°0'15" |
| Guayata | 81 | 6368 | 29 | 73° 29'21" | 4° 57'58" |
| La Capilla | 54 | 2250 | 16 | 73°23'0" | 5° 7' 15" |
| Somondoco | 68 | 3246 | 16 | 73°25'56" | 4° 59'10" |
| Sutatenza | 41 | 4086 | 11 | 73° 27'20" | 5° 01'35" |
| Tenza | 49 | 4112 | 12 | 73° 25'27" | 5°04'47" |
| Total Provincia | 498,8 | 34085 | 127 | | |

Fuente: Adaptada de Fichas de Caracterización PVD. DNP, 2016.

2.2 MUNICIPIOS DE ESTUDIO

Para el proceso de documentación, análisis y actualización de datos, el presente proyecto se enfoca en el sector norte de la Provincia de Oriente, comprendido por los municipios de La Capilla, Guateque, Sutatenza y Tenza resaltados en la figura 3, los cuáles serán el objetivo de estudio.

Figura 3. Municipios de estudio



Fuente: Representación en QGIS de Shapes. Plan Vial Departamental.

3.2.1 Aspectos generales de los municipios: Con el fin de caracterizar la red vial primaria, secundaria y terciaria junto con sus componentes topológicos existente en la zona, se resume a en los cuadros 3, 4, 5 y 6, el contexto de las principales generalidades de los municipios.

Cuadro 3. Generalidades del municipio de La Capilla

| ASPECTOS GENERALES DEL MUNICIPIO | | | |
|------------------------------------|---|--|---------------|
| MARCO HISTÓRICO | Nombre: | La Capilla | Código: 15380 |
| | Departamento : | Boyacá | |
| | Provincia: | Oriente | |
| | Categoría Municipal | | 6 |
| | Fecha de Fundación: | Mayo 18 de 1793 | |
| | Fecha de creación como municipio: | Noviembre 13 de 1793 | |
| ASPECTOS NATURALES | Altura sobre el nivel del mar (msnm) | | 1770 msnm |
| | Temperatura promedio (C°) | | 17.7 C° |
| | Pisos Térmicos | Medio | 952 Has |
| | | Frío | 3.852 Has |
| | | Paramo | 950.3 Has |
| | Topografía Predominante | Relieve ondulado, fuertemente inclinado y quebrado | |
| LOCALIZACIÓN | Posición Geográfica | Longitud: | 73°23'0" |
| | | Latitud: | 5° 7' 15" |
| | Extensión Territorial | 54 Km2 | |
| | Limites | Norte: Umbita, Villapinzón | |
| | | Sur: Tenza | |
| | | Oriente: Pachavita y Tenza | |
| | | Occidente: Tibirita (Cund) | |
| | Distancia de la capital del país | | 132 Km |
| | Distancia de la capital departamento | | 92 Km |
| DIVISIÓN POLÍTICA | Veredas | Centro, Barro Blanco Abajo, Barro Blanco Arriba, Camagoa, Chaguatoque, Chucio, Hato, Palma Abajo, Palma Arriba, Paramo, Peñas, Sutanfita, Truco, Ubaneca, Zinc y el Casco Urbano | |
| ASPECTOS DEMOGRAFICOS (DANE y DNP) | Población Urbana | | 972 |
| | Población Rural | | 1578 |
| | Densidad Poblacional (Personas por Km2) | | 47,22 |

Fuente: Adaptado de EOP, municipio de La Capilla.

Cuadro 3. Generalidades del municipio de La Capilla (Continuación)

| ASPECTOS GENERALES DEL MUNICIPIO | | |
|----------------------------------|--|----------|
| ASPECTOS ECONÓMICOS | Área dedicada a cultivos agrícolas (Has) | |
| | 574 | |
| | Agricultura | Cultivos |
| | Pecuaria | |
| | Comercial | |

Fuente: Adaptado de EOP, municipio de La Capilla.

En el Cuadro 4, se presenta un resumen de las características principales de la capital de la Provincia de Oriente, el municipio de Guateque.

Cuadro 4. Generalidades del municipio de Guateque

| ASPECTOS GENERALES DEL MUNICIPIO | | |
|----------------------------------|------------------------------------|------------------|
| MARCO HISTORICO | Nombre: | Guateque |
| | | Código: 15322 |
| | Departamento : | Boyacá |
| | Provincia: | Oriente |
| | Capital de la Provincia de Oriente | |
| | Categoría Municipal | 6 |
| | Fecha de Fundación: | Enero 28 de 1636 |
| | Fecha de creación como municipio: | 1778 |

Fuente: Adaptado de EOP, municipio de Guateque.

Cuadro 4. Generalidades del municipio de Guateque (Continuación)

| ASPECTOS GENERALES DEL MUNICIPIO | | | |
|----------------------------------|---|---|-----------|
| ASPECTOS NATURALES | Altura sobre el nivel del mar (msnm) | | 1815 |
| | Temperatura promedio (C°) | | 19C° |
| | Pisos Térmicos | Medio | 1500 msnm |
| | | Frío | 2000 msnm |
| | Topografía Predominante | Relieve ondulado, escarpado, quebrado y con zonas de ladera bañadas de los ríos Somondoco, Guayata y Sibata | |
| LOCALIZACIÓN | Posición Geográfica | Longitud: | 73° 29'0" |
| | | Latitud: | 5°0'15" |
| | Extensión Territorial | 37 Km2 | |
| LOCALIZACIÓN | Limites | Norte: La Capilla y Tenza | |
| | | Sur: Guayatá | |
| | | Oriente: Sutatenza y Somondoco | |
| | | Occidente: Tibirita y Manta (Cundinamarca) | |
| | Distancia de la capital del país | | 112 Km |
| | Distancia de la capital departamento | | 125 |
| DIVISIÓN POLÍTICA | Veredas | Cantoras, Chincuica, Chorro de Oro, Chorro Tinto, Guanza Abajo, Guanza Arriba, Gotera, Juntas, Llano Grande, Mortiño, Munantá, Piedra Parada, Pozoz, Puente Rosales, Sibatá, Siravitá, Suaitoque, Tincachoque, Ubujuca y Casco Urbano | |
| ASPECTOS DEMOGRÁFICOS | Población Urbana | 7.176 | |
| | Población Rural | 2427 | |
| | Densidad Poblacional (Personas por Km2) | 259,54 | |
| | Población Indígena | 66 | |

Fuente: Adaptado de EOP, municipio de Guateque.

En el Cuadro 5, se presenta un resumen de las características principales del municipio de Sutatenza.

Cuadro 5. Generalidades del municipio de Sutatenza

| ASPECTOS GENERALES DEL MUNICIPIO | | | |
|----------------------------------|--------------------------------------|---|------------|
| MARCO HISTÓRICO | Nombre: | Sutatenza | Código: |
| | | 15778 | |
| | Departamento : | Boyacá | |
| | Provincia: | Oriente | |
| | Categoría Municipal | 6 | |
| | Fecha de Fundación: | Octubre 22 de 1783 | |
| ASPECTOS NATURALES | Fecha de creación como municipio: | Diciembre 9 de 1811 | |
| | Altura sobre el nivel del mar (msnm) | 1895 msnm | |
| | Temperatura promedio (C°) | 17.3 C° | |
| | Pisos Térmicos | Medio | |
| | | Frio | |
| | Topografía Predominante | Se encuentra atravesado por la cordillera orienta, por lo cual su terreno es montañoso, fuertemente quebrado e inclinado. | |
| LOCALIZACIÓN | Posición Geográfica | Longitud: | 73°27'20" |
| | | Latitud: | 5° 01' 35" |
| | Extensión Territorial | 41 Km2 | |
| | Limites | Norte: Tenza | |
| | | Sur: Garagoa y Guateque | |
| | | Oriente: Garagoa | |
| | | Occidente: Guateque | |
| | Distancia de la capital del país | | 125 Km |
| | Distancia de la capital departamento | | 118 Km |
| DIVISIÓN POLÍTICA | Veredas (IGAC) | Salitre, Guamo, Boquerón, Ovejeras, Gaque, Piedra Larga, Siguique y Páramo. | |

Fuente: Adaptado de EOP, municipio de Sutatenza.

Cuadro 5. Generalidades del municipio de Sutatenza (Continuación)

| ASPECTOS GENERALES DEL MUNICIPIO | | |
|--|--|--|
| ASPECTOS DEMOGRÁFICOS (DANE y DNP) | Población Urbana | 769 |
| | Población Rural | 3317 |
| | Densidad Poblacional (Personas por Km2) | 99,66 |
| ASPECTOS ECONÓMICOS | Comercial | Almacenes de ropa, calzado, víveres y hortalizas, repuestos, materiales de construcción, artesanías, fama, droguerías y tiendas. |

Fuente: Adaptado de EOP, municipio de Sutatenza.

En el Cuadro 6, se presenta un resumen de las características principales del municipio de Tenza.

Cuadro 6. Generalidades del municipio de Tenza

| ASPECTOS GENERALES DEL MUNICIPIO | | |
|----------------------------------|--------------------------------------|---------------------|
| MARCO HISTORICO | Nombre: | Tenza Código: 15798 |
| | Departamento : | Boyacá |
| | Provincia: | Oriente |
| | Categoría Municipal | 6 |
| | Fecha de Fundación: | Junio 24 de 1537 |
| | Fecha de creación como municipio: | Mayo 6 de 1178 |
| ASPECTOS NATURALES | Altura sobre el nivel del mar (msnm) | 1530 msnm |
| | Temperatura promedio (C°) | 17.7 C° |

Fuente: Adaptado de EOP, municipio de Tenza.

Cuadro 6. Generalidades del municipio de Tenza (Continuación)

| ASPECTOS GENERALES DEL MUNICIPIO | | | |
|------------------------------------|--|--|------------|
| ASPECTOS NATURALES | Pisos Térmicos | Temprano | |
| | | Frío | |
| | Topografía Predominante | El relieve del territorio es quebrado y corresponde a la cordillera oriental. | |
| LOCALIZACIÓN | Posición Geográfica | Longitud: | 73°25'27" |
| | | Latitud: | 5° 04' 47" |
| | Extensión Territorial | 49 Km2 | |
| | Límites | Norte: La Capilla y Pachavita | |
| | | Sur: Sutatenza | |
| | | Oriente: Cundinamarca | |
| | | Oeste: Garagoa | |
| | Distancia de la capital del país | | 118Km |
| | Distancia de la capital departamento | | 83 Km |
| DIVISIÓN POLÍTICA | Veredas | Mutate, Rucha, Valle Grande Abajo, Valle Grande Arriba, Resguardo, Quebradas, Chaguatoque, Barzal, Cora Grande, Cora Chiquita, Volcán y Aposentos. | |
| ASPECTOS DEMOGRAFICOS - DANE y DNP | Población Urbana | | 1229 |
| | Población Rural | | 2883 |
| | Densidad Poblacional (Personas por Km2) | | 83. 92 |
| ASPECTOS ECONÓMICOS | Área dedicada a cultivos agrícolas (Has) | | 484 |

Fuente: Adaptado de EOP, municipio de Tenza.

Cuadro 6. Generalidades del municipio de Tenza (Continuación)

| ASPECTOS GENERALES DEL MUNICIPIO | | | |
|----------------------------------|--|--|--|
| ASPECTOS ECONÓMICOS | Área dedicada a cultivos agrícolas (Has) | | 484 |
| | Agricultura | Cultivos de: | Fríjol, arvejas y diversas hortalizas. |
| | Pecuaria | Vacuno y ovino | |
| | Comercial | Almacenes de ropa, calzado, víveres y hortalizas, repuestos, materiales de construcción, artesanías, fama, droguerías y tiendas. | |
| | Artesanía | Predomina las figuras y prendas realizadas a mano y en materia de fique | |

Fuente: Adaptado de EOP, municipio de Tenza.

2.3 INFRAESTRUCTURA¹⁰

El sistema de red vial, se encuentra compuesto por tramos de vía primaria, secundaria y terciaria que une los municipios del sector. El Departamento de Planeación DNP, establece que el 65% de sus vías intermunicipales se encuentran en afirmado y el 70 % de las vías urbanas están pavimentadas en estructura rígida y el tramo de vía correspondiente a la red primaria, se encuentra en condición media en pavimento flexible. Su red terciaria se encuentra en mal

¹⁰ GOBERNACIÓN DE BOYACÁ. Plan de ejecución vial. Red Vial a Cargo del Departamento de Boyacá. Departamento de Boyacá. 2008. p. 10-15.

estado, aunque a la espera de una actualización que evidencie la situación real. Tiene baja cobertura del servicio de transporte público municipal prestado en su mayoría, por vehículos informales, al igual que sólo el municipio de Guateque posee un terminal de transporte y un espacio adecuado para parqueadero público.

3.3.1 La Capilla. en el Acuerdo 031 del 2002, por el cual se adopta el Esquema de Ordenamiento Territorial del Municipio de La Capilla, se cuenta con vías de segundo nivel intermunicipales, comunicando los municipios de Tenza, Tibirita, Guateque y Pachavita, que a su vez conducen a Garagoa, Tunja y Bogotá; en su mayoría, están pavimentadas con tramos prolongados en afirmado, presentando deficiencias en la estructura del pavimento, factor que incide en la calidad y costos de servicios de transporte. Las rutas son cubiertas por empresas de transporte de Los Patriotas, La Macarena y Valle de Tenza.

Sus vías interveredales se dividen en anillos y ramales viales, comunicando el casco urbano con las diferentes veredas que se enuncian a continuación:

- **Anillo vial 1:** Centro, Peñas, Ubaneca, Suntafitá, Paramo y Truco, con una vía en afirmado y volúmenes de tránsito bajos.
- **Anillo vial 2:** Centro, Palma Abajo, Palma Arriba, Zinc, Hato y Chucio. Vía en afirmado, con presencia de inestabilidad geológica por filtraciones de agua y en una condición regular.
- **Anillo vial 3:** Centro, Barro Blancos y Camagoa. Vía en afirmado y con poco volumen de tránsito.
- **Ramal 1:** Vereda Paramo y Antena repetidora. Vía en afirmado y con bajo volumen de tránsito
- **Ramal 2:** Palma Arriba, Camagoa y Escuela el Retiro. Vía destapada y el estado regular
- **Ramal 3:** Centro y Chaguatoque vía puente el Ingenio.

3.3.2 Guateque. la vía principal de Bogotá-Guateque, con una longitud de 112 km en pavimento asfáltico, pero con presencia de fallas funcionales y estructurales, se cataloga como el eje principal de la provincia, ya que comunica esta zona con la capital del país. En sus límites con Cundinamarca, se tiene acceso a la vía principal que comunica la ciudad de Tunja con Bogotá, conectando con un ramal en sector del Embalse del Sisga. El municipio, cuenta con ramales que también comunican con Tenza, La Capilla, Somondoco, Sutatenza y pueblos de la Provincia de Márquez y Neira. Empresas de transporte como Flota Oriente, Los Patriotas, Reina, Sugamuxi y Valle de Tenza, recorren la red secundaria y algunos tramos de la red terciaria que también es recorrida por transporte intermodal e informal, comunicando sectores de interés.

3.3.3 Sutatenza. la principal vía de acceso al municipio de Sutatenza, parte desde el sector oriente de Guateque, hasta la cabecera principal. Tiene a su cargo más de 150 km de red terciaria que comunica a las veredas y ramales con las vías secundarias que comunican a los municipios con los que limita.

3.3.4 Tenza. el sistema de red vial del municipio de Tenza, conecta con los Garagoa, Sutatenza, La Capilla y Pachavita. El 65% de sus vías intermunicipales se encuentran en afirmado y el 70 % de las vías urbanas están pavimentadas en estructura rígida. Su red terciaria se encuentra en mal estado aunque a la espera de una actualización que evidencie la situación real. Tiene baja cobertura del servicio de transporte público municipal prestado en su mayoría, por vehículos informales, al igual que el municipio de La Capilla, no posee un terminal de transporte ni un espacio adecuado para parqueadero público

4. METODOLOGÍA

Durante el desarrollo del proyecto, se aplicaron diversas variables metodológicas que facilitaron la compilación, procesamiento, análisis y corrección de la información. A continuación se describen las fases y procesos utilizados para la actualización de la red vial de los municipios de Guateque, La Capilla, Tenza y Sutatenza.

5.1. FASES METODOLÓGICAS

5.1.1 Fase preparatoria. se realizó por parte de los coordinadores de la Gobernación de Boyacá, capacitaciones referentes a los parámetros que se deben tener en cuenta en cumplimiento de la normatividad establecida para la actualización del Plan vial, prevista por el Ministerio del transporte en el “Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras” (SINC) y por el Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES).

5.1.2 Fase de recolección y procesamiento de información. aquí se compiló y filtró la base de datos suministrada por la Gobernación de Boyacá de los municipios de Guateque, La Capilla, Sutatenza y Tenza, referente al inventario vial e información proveniente de entes públicos y privados del sector agropecuario, infraestructura, medio ambiente, planeación y turismo de la provincia, además de trabajos de investigación que aportaron información teórica y técnica. Una vez seleccionada la información de interés, se identificó la carencia de datos esenciales para el desarrollo del proyecto, por lo cual se procedió a realizar una solicitud directa a cada una de las alcaldías mediante 4 acciones:

- **Correo certificado:** se envió una oficio firmado por el Secretario de Infraestructura de la Gobernación de Boyacá, solicitando a cada municipio, reportar ante el mismo, la información sobre la caracterización social, económica y de infraestructura de sus vías.
- **Correo electrónico:** una vez transcurrido 15 días de haber enviadas las solicitudes por correo certificado, se enviaron nuevamente a las alcaldías pero por correo electrónico a la dirección de contacto que aparece en la página web oficial de cada municipio.
- **Llamada telefónica:** se identificó el número de contacto y se procedió a realizar una comunicación vía telefónica directamente con cada profesional a cargo de las Secretarías de Planeación, esto con el fin de indagar sobre el conocimiento de la información solicitada.
- **Visita a campo:** se realizó el desplazamiento a cada municipio ya que solo uno de ellos contestó ante la solicitud enviada previamente. En reunión con cada secretario, se manifestó el objeto del proyecto para el cual se requería la información, de igual manera, se aclararon algunos parámetros de referencia que en su momento, no se tenía claro por parte de ellos.

5.1.3 Fase de desarrollo de actividades. con el procesamiento de la información, se inició con la corrección de topología en Google Earth, ArcGis y Qgis.

En la actualización de la malla vial de cada municipio, se desarrollaron dos procesos diferentes, con shapes y planos en formato CAD, en base a que no se obtuvo toda la información requerida a los municipios. Para la generación de las tablas de atributos con características geométricas de la red vial y la referencia de capas con el sistema de MAGNA 4686, se siguió la metodología descrita en el SINC. De igual manera, en la modificación de las fichas técnicas del Plan Vial del Departamento, se filtró toda la base de datos en Excel suministrada por la gobernación, una vez corregida la malla vial y la topología con herramientas SIG, se ingresaron los datos correspondientes a las características geométricas,

geológicas, sociales y económicas. Este proceso se describe en el numeral 5.3 del presente informe.

5.1.4 Fase propositiva. Se enmarcará el municipio de La Capilla, dentro un análisis espacial, físico, económico y demográfico, estableciendo la jerarquía de las vías, emitiendo un criterio sobre las carreteras que puedan generar un mayor grado de viabilidad, al ser reparadas, para el crecimiento económico y comunicación con otros municipios.

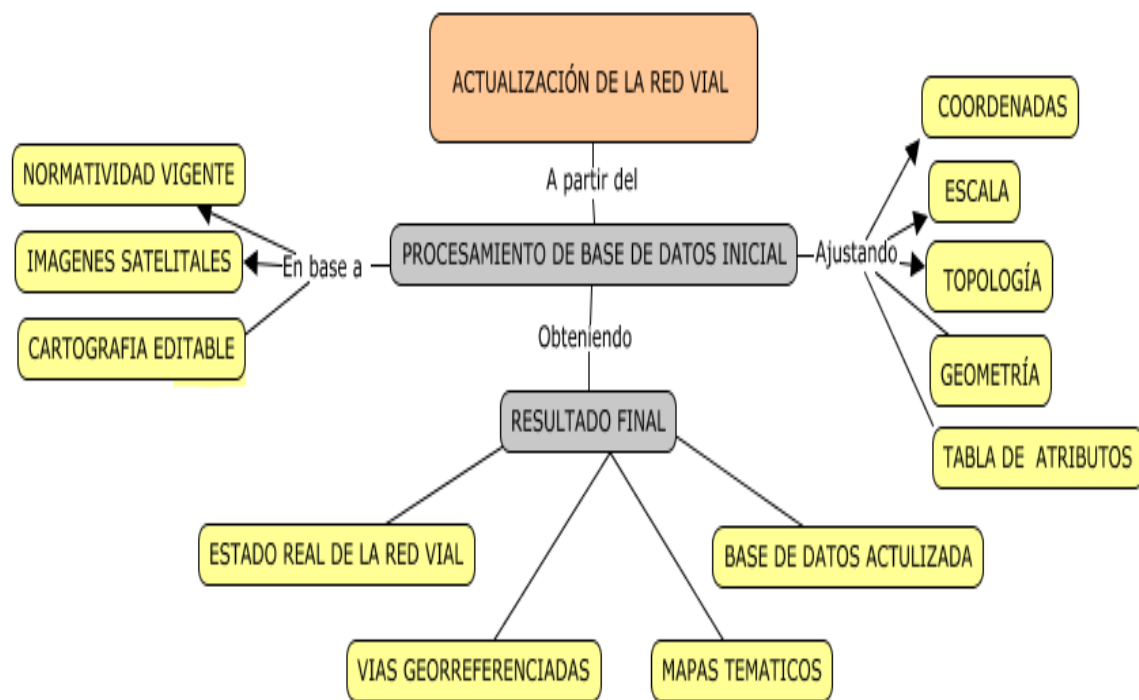
Se estableció a partir de planos urbanos y de una inspección visual en campo, la jerarquización de algunos tramos a partir de su conexión, tipo de vía y afluencia en el sector. A pesar del corto perímetro urbano con el que cuenta el municipio, se identificaron tres tramos que requieren de una pronta intervención.

5.1.5 Fase entrega de resultados. como resultado final del proceso del apoyo técnico en labores de reajuste del Plan Vial del Departamento para los municipios ya descritos, se presenta la modelación y actualización de la red vial mediante archivo digital y físico.

5.2. PROCESO DE REORREFERENCIACIÓN

Las vías se representan como una red de líneas continuas, identificadas por un color diferente según su tipo. Se utilizaron software GIS como ArcGis y Qgis, con una interfaz similar entre sí, sirviendo como complemento en los procesos que requirieron el manejo de herramientas de procesamiento y referenciación, por lo cual se describirá algunos términos comunes para los dos programas. En la figura 4, se muestra una síntesis del proceso de modelación.

Figura 4. Metodología

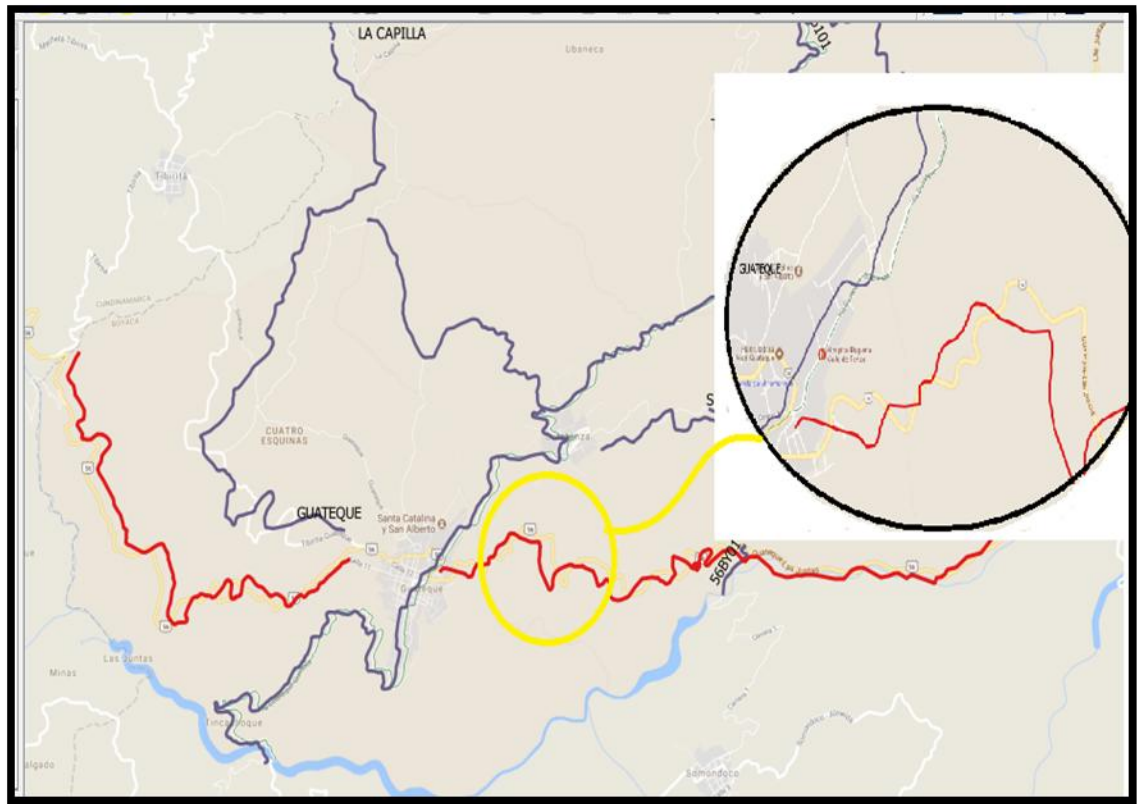


Fuente: Propia.

5.2.1 Actualización de la red vial

5.2.1.1 Corrección del trazado. Partiendo de los fundamentos normativos en el Decreto 1895 de 2008, en donde se define la red vial a cargo de la Nación y el Departamento, se definen según su competencia, unas capas que contenga el inventario de vial. Una vez conformados las capas, mediante el visualizador satelital de Google Steets, se corrigen algunos errores de geometría encontrados en la base de datos inicial. Se observa la variación del trazado entre shape en la figura 5, mostrando en color rojo, la vía primaria definida por la gobernación y en color amarillo, la vía primaria establecida con la imagen satelital.

Figura 5. Corrección del trazado



Fuente: Propia a partir del software QGIS 2.14.

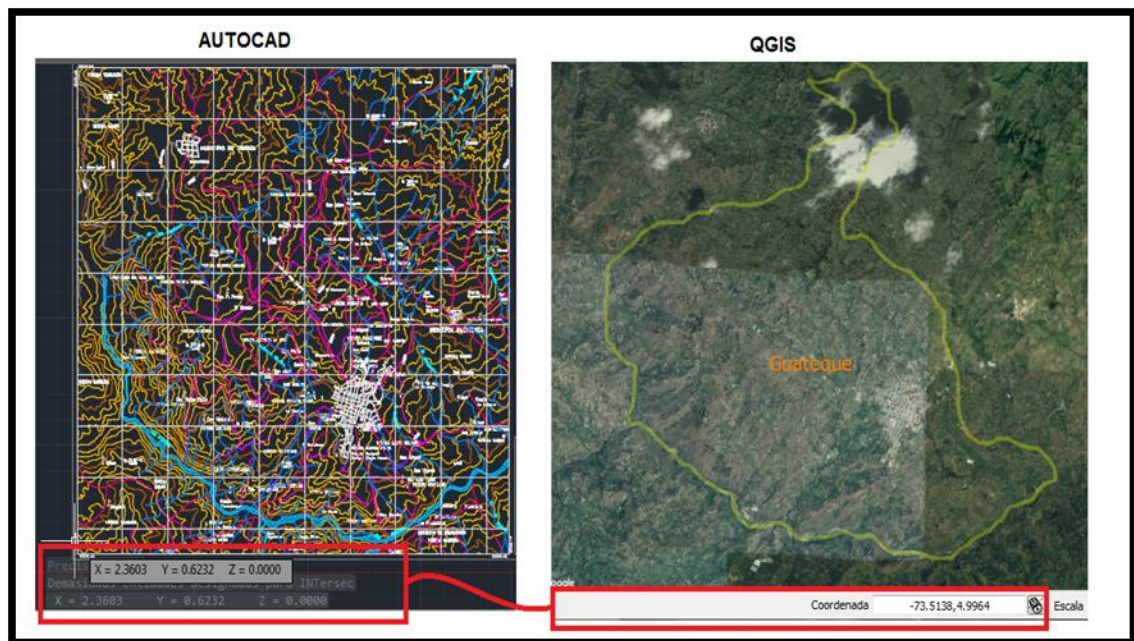
Este proceso se repite para cada una de las vías que conforma la red vial primaria y secundaria en los municipios de estudio.

5.2.1.2 Conversión de atributos CAD a Shape. La actualización de la red terciaria, fue corregida, en su mayoría, a partir una cartografía base. Lo anterior se realizó, ante la deficiencia de información ortorectificada y dificultad de visualización total de la malla vial en Google Earth y Street Veiw.

Con el fin de tener un trazado real de las vías, se tomaron planos viales de cada municipio en formato dwg y pdf, que mediante herramientas de Qgis y Autocad se convirtieron en bloque editable en GIS. Mediante la herramienta de “Importar pdf” en CAD, se realiza el proceso seleccionando el mapa a importar como bloque.

Una vez obtenido el plano editable, se transforman las coordenadas planas a geográficas y luego escalarlo tal y como se muestra en la figura 6.

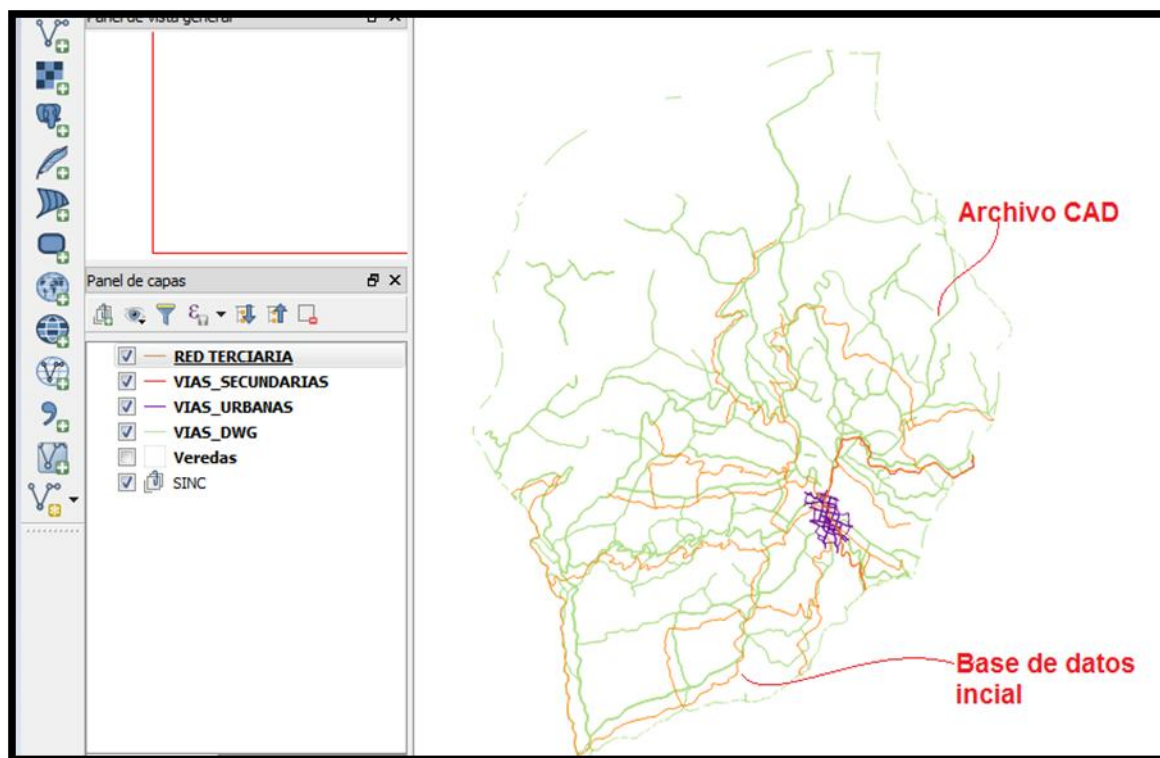
Figura 6. Conversión de atributos CAD A Shape.



Fuente: Propia

Se editan los bloques referenciados, generando un nuevo shape únicamente con las vías de interés. En la figura 7, se observa la red vial extraída de la cartografía base.

Figura 7. Corrección de red terciaria

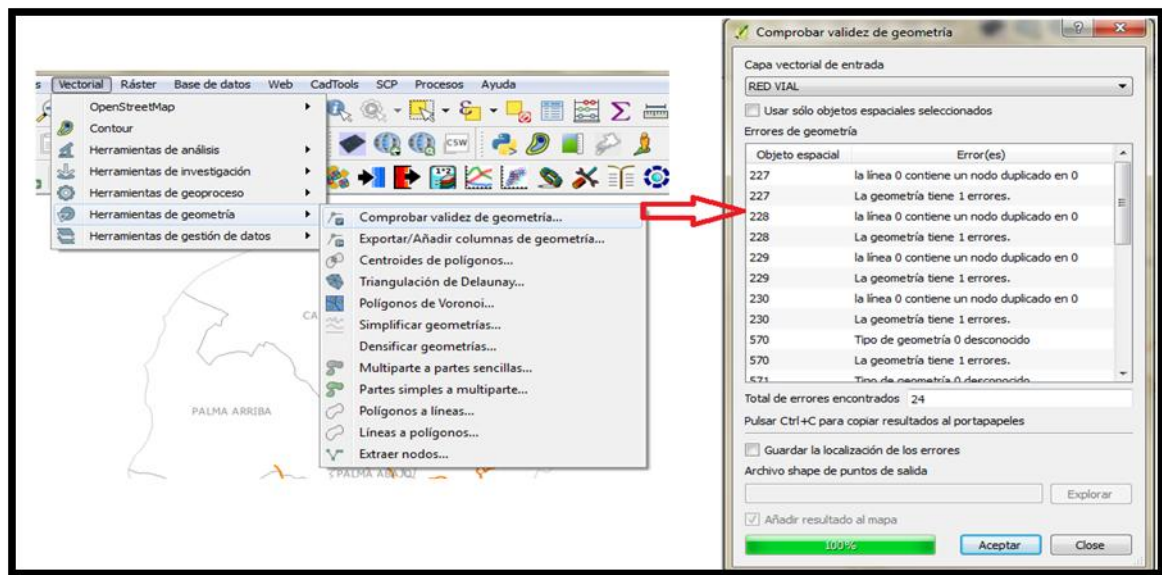


Fuente: Propia a partir del software QGIS 2.14.

5.2.1.3 Corrección topológica. Despues de realizar la corrección del trazado de cada una de las líneas, se debio modificar la geometría ya que algunas de ellas contenian geometrías mixtas y secciones tipo multi-parte, no permitidas en los parámetros del SINC.

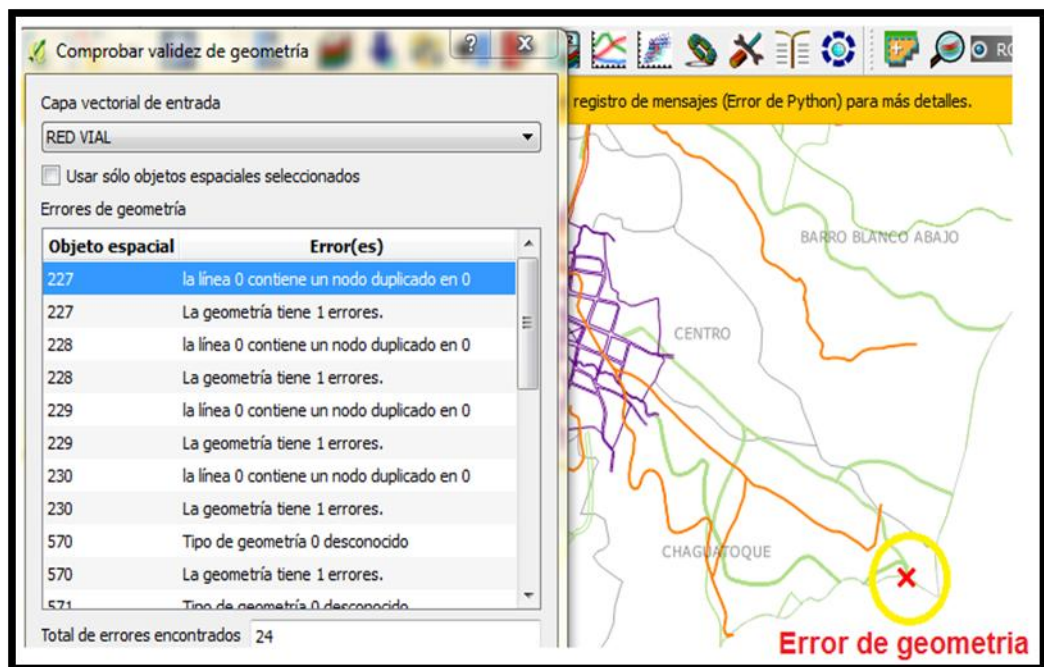
Mediante el complemento GIS “Comprobador de topología” se puede comprobar la validez de la geometría, en donde esta herramienta identifica aquellos puntos que se encuentran sobrepuestos y los que están divididos en varias partes. A continuación, en las figuras 8 y 9, se muestra la función del complemento en la validez de un error de duplicación de nodos.

Figura 8. Comprobar validez de geometría



Fuente: Propia a partir del software QGIS 2.14.

Figura 9. Identificación del error



Fuente: Propia a partir del software QGIS 2.14.

5.3. METODOLOGÍA DEL SISTEMA INTEGRAL NACIONAL DE INFORMACIÓN DE CARRETERAS

Con el fin de georeferenciar la información, el proceso inicia con la clasificación de las vías según su categoría y corrección topológica. Posteriormente se conformó la tabla de atributos para las capas requeridas por municipio y así realizar los registros señalados en la Resolución 1067 de 2015.

Se describe en el cuadro 7, los parámetros requeridos por el SINC para las capas que aplican en la zona.

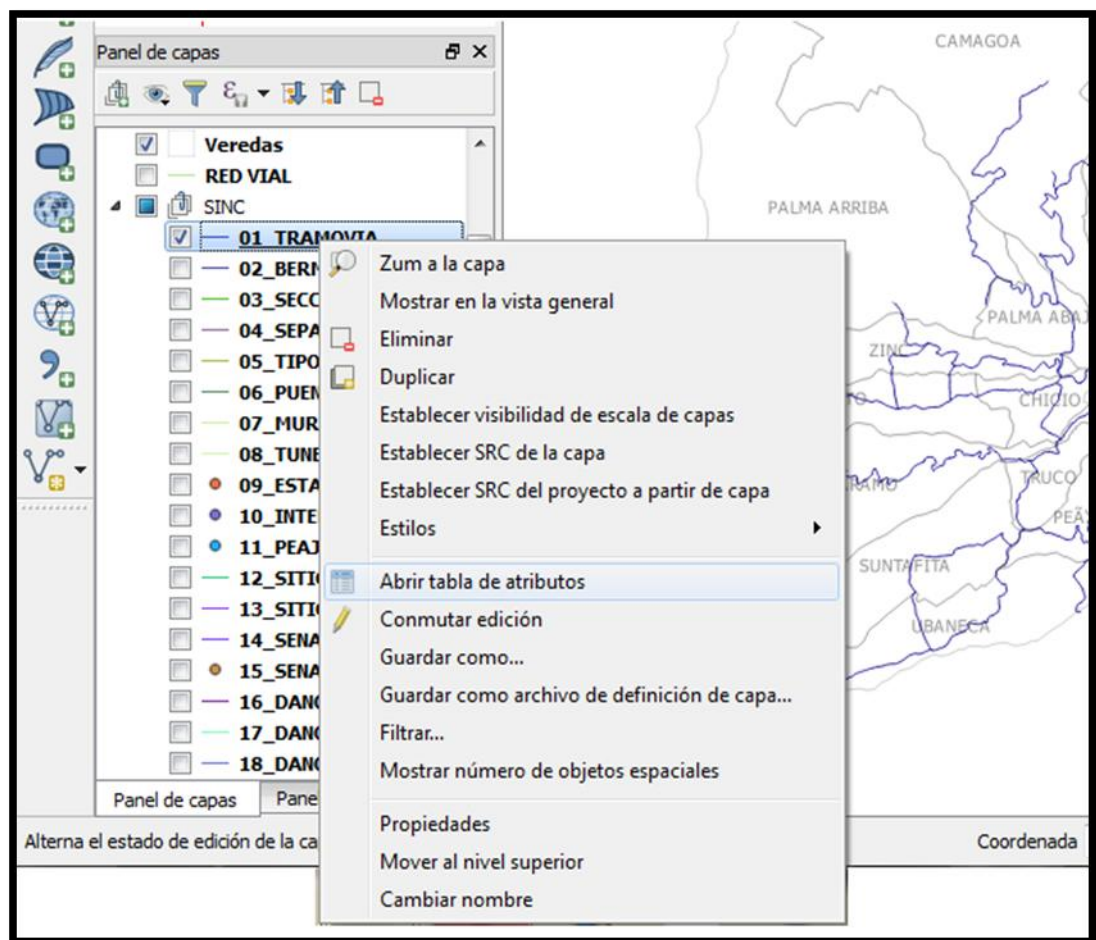
Cuadro 7. Registros editados

| No. CAPA | ARCHIVO | TIPO DE GEOMETRÍA |
|----------|---------------------------------|-------------------|
| 1 | Tramo de vía | Línea |
| 2 | Berma | Línea |
| 3 | Sección transversal | Línea |
| 4 | Separador | Línea |
| 5 | Tipo de terreno | Línea |
| 6 | Puente | Línea |
| 7 | Muro | Línea |
| 10 | Intersección | Punto |
| 12 | Sitio crítico de accidentalidad | Línea |
| 13 | Sitio crítico de inestabilidad | Línea |
| 16 | Daño en flexible | Línea |
| 17 | Daño en rígido | Línea |
| 18 | Daño en afirmado | Línea |

Fuente: Propia.

Los registros señalados, se editaron individualmente en el programa QGIS, con los datos de la fase de recolección y procesamiento de información. Se utilizó este programa ya el proceso de edición de atributos, es más rápida y sencilla que en ArcGis, como se muestra en la figura 10.

Figura 10. Edición de tabla de atributos



Fuente: Propia a partir del software QGIS 2.14.

Una vez creadas las capas, se ingresaron los registros mediante la herramienta “Conmutar edición” señalando la capa de interés y la opción de “Abrir tabla de atributos”. Allí, aparece una tabla con las “Id” de cada punto y la barra de

herramientas con las que se crearon las filas y columnas, para realizar los diferentes registros. Se observa en la figura 11, la interfaz de la tabla de atributos.

Figura 11. Tabla de atributos

O2_BERMA = Features total: 17, filtered: 17, selected: 0

| | PRINI | DISTPRINI | PRFIN | DEPARTAM | MUNICIPIO | CODIGOVIA | DISTPRFIN | FECHA | OBSERVACIO | LADO | TIPOCUB | ANCHOSEC |
|----|----------------|----------------|-----------------|----------|-----------|------------|------------------|------------|---------------------|------|---------|----------|
| 0 | 0.000000000000 | 0.000000000000 | 3.000000000000 | 15 | 15380 | 618Y01 | 739.000000000000 | 2017-04-24 | NALL | 2 | 1 | 0.400000 |
| 1 | 0.000000000000 | 0.000000000000 | 3.000000000000 | 15 | 15380 | 158Y380-03 | 611.740000000000 | 2017-04-24 | NALL | 1 | 1 | 0.300000 |
| 2 | 0.000000000000 | 0.000000000000 | 10.000000000000 | 15 | 15380 | 158Y380-01 | 310.530000000000 | 2017-04-24 | NALL | 2 | 1 | 0.300000 |
| 3 | 0.000000000000 | 0.000000000000 | 2.000000000000 | 15 | 15380 | 158Y380-13 | 977.952000000000 | 2017-04-24 | En mal estado | 2 | 1 | 0.400000 |
| 4 | 0.000000000000 | 0.000000000000 | 20.000000000000 | 15 | 15380 | 618Y01 | 934.000000000000 | 2017-04-24 | NALL | 1 | 1 | 0.400000 |
| 5 | 0.000000000000 | 0.000000000000 | 5.000000000000 | 15 | 15380 | 158Y380-04 | 455.650000000000 | 2017-04-24 | NALL | 1 | 1 | 0.400000 |
| 6 | 0.000000000000 | 0.000000000000 | 2.000000000000 | 15 | 15380 | 158Y380-18 | 752.000000000000 | 2017-04-24 | Obstrucción de v... | 1 | 1 | 0.300000 |
| 7 | 0.000000000000 | 0.000000000000 | 2.000000000000 | 15 | 15380 | 158Y380-16 | 814.514000000000 | 2017-04-24 | NALL | 1 | 1 | 0.300000 |
| 8 | 0.000000000000 | 0.000000000000 | 3.000000000000 | 15 | 15380 | 158Y380-20 | 145.785000000000 | 2017-04-24 | NALL | 2 | 1 | 0.300000 |
| 9 | 0.000000000000 | 0.000000000000 | 1.000000000000 | 15 | 15380 | 158Y380-17 | 759.230000000000 | 2017-04-24 | NALL | 1 | 1 | 0.300000 |
| 10 | 0.000000000000 | 0.000000000000 | 3.000000000000 | 15 | 15380 | 158Y380-02 | 450.000000000000 | 2017-04-24 | NALL | 1 | 1 | 0.400000 |
| 11 | 0.000000000000 | 0.000000000000 | 4.000000000000 | 15 | 15380 | 158Y380-14 | 145.785000000000 | 2017-04-24 | NALL | 1 | 1 | 0.300000 |
| 12 | 0.000000000000 | 0.000000000000 | 1.000000000000 | 15 | 15380 | 158Y380-12 | 688.112000000000 | 2017-04-24 | NALL | 2 | 1 | 0.400000 |
| 13 | 0.000000000000 | 0.000000000000 | 6.000000000000 | 15 | 15380 | 158Y380-09 | 690.198000000000 | 2017-04-24 | NALL | 1 | 1 | 0.300000 |
| 14 | 0.000000000000 | 0.000000000000 | 6.000000000000 | 15 | 15380 | 158Y380-15 | 618.248000000000 | 2017-04-24 | NALL | 2 | 1 | 0.400000 |
| 15 | 0.000000000000 | 0.000000000000 | 0.000000000000 | 15 | 15380 | 158Y380-08 | 0.000000000000 | 2017-04-24 | En mal estado | 1 | 1 | 0.300000 |
| 16 | 0.000000000000 | 0.000000000000 | 0.000000000000 | 15 | 15380 | 158Y380-21 | 500.150000000000 | 2017-04-24 | Trocha | 2 | 1 | 0.300000 |

Fuente: Propia a partir del software QGIS 2.14.

Por otro parte, la edición capas, se estableció con base en los parámetros de la cartografía del Instituto Geográfico Agustín Codazzi, tomando una línea sencilla para representar cada vía, con un grosor estándar de 0,26 cm.

5.4. ACTUALIZACIÓN DE LA MATRIZ DEL PLAN VIAL DE BOYACÁ (PVD)

En la actualización del PVD, se solicitó información a cada uno de los municipios sobre aspectos sociales, económicos y de infraestructura, que no fueron

reportadas. Con el fin de diligenciar el formato en Excel entregado por la Gobernación, se acudió a bases de datos de otras entidades gubernamentales.

La metodología para el desarrollo de los Planes Viales, establece 40 fichas diferentes, pero no se analizan todas debidos a las características típicas del de estudio, reduciendo el análisis a 18 fichas que fueron modificadas en base a lo descrito en el cuadro 8.

Cuadro 8. Recomendaciones generales de la actualización del PVD

| No. | Titulo | Fuente | Procedimiento para diligenciamiento |
|----------|---|--|--|
| Ficha 1. | Red vial en el departamento | Secretaría de infraestructura | Se incluyó toda la red que se encuentra en el departamento, discriminando la competencia de la misma (Nación, Departamento o Municipio), de igual forma su orden. Se describió el estado de la vía y el tipo de pavimento que lo conforma. |
| Ficha 2. | Red vial departamental | Secretaría de infraestructura | Se diligencio únicamente la información referente a las vías departamentales. |
| Ficha 3. | Conectividad vial de la red secundaria | Secretaría de infraestructura | En base a la información ingresada en las fichas anteriores, se determina la conectividad de cada una de las vías departamentales con el resto de vías con las que cuenta el departamento. |
| Ficha 4. | Proyectos de infraestructura vial programados o en ejecución en el departamento | Oficina de planeación, secretaria de desarrollo, secretaria de infraestructura | Con la información recolectada en los municipios se describen las intervenciones actuales y proyecciones en cuanto a infraestructura vial y el estado en que estas se encuentran. |
| Ficha 5. | Tráfico de buses y carga nominal y pasajeros que circula por el tramo de vía | Secretaría de infraestructura | Se presente la ficha con el fin de conocer el tráfico promedio diario – TPD, por cada una de las vía departamentales y también para estimar la carga y No. De pasajeros movilizados. |
| Ficha 6. | Relación costo del viaje y precio de los productos que circulan por cada vía | Transportadores / secretaria de infraestructura | Se describe el costo de tonelada por kilometro recorrido de los 5 principales productos de cada municipio. |

Fuente: Propia a partir de PVD 2016.

Cuadro 8. Recomendaciones generales de la actualización del PVD (Continuación)

| No. | Título | Fuente | Procedimiento para diligenciamiento |
|-----------|---|---|---|
| Ficha 7. | División política del departamento (municipios) | Secretaría de infraestructura | Esta ficha se diligencio con el fin de caracterizar políticamente el departamento a partir de información oficial del DANE y el DNP |
| Ficha 8. | Zonas de riesgo a nivel municipal | Dirección de atención y prevención de emergencias | Con el fin de determinar los municipios más vulnerables, se diligencia la ficha. |
| Ficha 9. | Vías en zonas de riesgo | Dirección de atención y prevención de emergencias | Aquí se identificaron las vías de mayor riesgo a partir de la zonificación de los niveles de riesgo municipal. |
| Ficha 10. | Áreas protegidas del departamento | Secretaria de medio ambiente | A partir de la información de Coopochivor, se identificó las zonas de áreas protegidas establecidas legalmente. |
| Ficha 11. | Vías en zonas protegidas | Oficina de planeación, secretaría de desarrollo, secretaría de agricultura, secretaría de infraestructura | Una vez identificada el área protegida, se determinan las vías que cruzan por la zona. |
| Ficha 12. | Crecimiento intercensal de la población a nivel departamental | Secretaría de infraestructura | Con el fin de conocer la proyección de la población y la caracterización social, se registró la tasa de crecimiento anual con el fin de proyectar la población a 10 años a partir del año en que se realiza el PVD. |
| Ficha 13. | Funciones y rol de los centros urbanos jerarquizados del departamento | Oficina de planeación, secretaría de desarrollo, secretaría de agricultura, secretaría de infraestructura | Se caracteriza el rol de los centros urbanos dentro del departamento, se indicó en esta ficha las características sobre el desempeño que ejerce cada alcaldía en lo social y económico. Se da en un rango de 0 a 1. |

Fuente: Propia a partir de PVD 2016.

Cuadro 8. Recomendaciones generales de la actualización del PVD (Continuación)

| No. | Titulo | Fuente | Procedimiento para diligenciamiento |
|-----------|--|--|---|
| Ficha 14. | Zonas turísticas | Secretaría de turismo, oficina de planeación, secretaría de desarrollo | Se ingresan las características de las áreas turísticas con las que cuenta la población y como estas están conectadas a la red departamental. |
| Ficha 15. | Áreas especiales de producción | Secretaría de infraestructura | Se clasificaron las áreas de producción según la cantidad de toneladas producidas por cada municipio al año. |
| Ficha 16. | Vías que conectan las zonas turísticas | Secretaría de turismo, oficina de planeación, secretaría de desarrollo | Se ingresan las vías que conectan los sitios turísticos con las vías departamentales. |
| Ficha 17. | Dotaciones de infraestructura | Secretaría de infraestructura | Se definen los principales centros de acopio que se encuentran cerca de una vía departamental. |
| Ficha 18. | Priorización de tramos | Secretaría de infraestructura | Aquí se consolida las características descritas en las fichas anteriores y se priorizan los tramos a intervenir. |

Fuente: Propia a partir de PVD 2016.

5.5. JERARQUIZACIÓN DE LA RED VIAL URBANA DEL MUNICIPIO DE LA CAPILLA

Se hizo un reconocimiento visual y evaluación superficial de las principales vías del perímetro urbano del municipio a partir de planos existentes y una visita a campo.

Se seleccionaron tres tramos estratégicos a partir de un listado de vías inventariadas dentro de la zonificación de riesgos realizada por la Corporación Autónoma de Corpochivor en el 2007¹¹ . Se siguieron los criterios para la caracterización de una vía establecidos en la Resolución 1240 del 2013 el cual se basa en las siguientes características:

- Funcionalidad de la vía
- Transito promedio diario-TPD
- Geometría
- Población

Debido a la inexistencia de información de TPD para las principales vías urbanas, se tomaron como base los datos generales descritos en el proyecto “Aunar esfuerzos entre el departamento de Boyacá y el municipio de La Capilla para el giro y la supervisión de ejecución de recursos para desarrollo del proyecto construcción de pavimento rígido en las vías aledañas al parque principal la capilla, Boyacá, centro oriente” ejecutado en los periodos de 2016 y 2017.

Una vez definidos los corredores, se realizó una inspección visual por las vías que comprenden estos tramos. Se utilizó un mapa en formato PDF para rectificar las vías urbanas y así dar una priorización a los tramos elegidos que requieren mayor intervención, en base a su importancia y afluencia.

¹¹ CORPOCHIVOR. Consultoría para la zonificación de riesgos en la Provincia de Oriente de Boyacá. Anexo digital de la Gobernación de Boyacá. 2009, p 1-2.

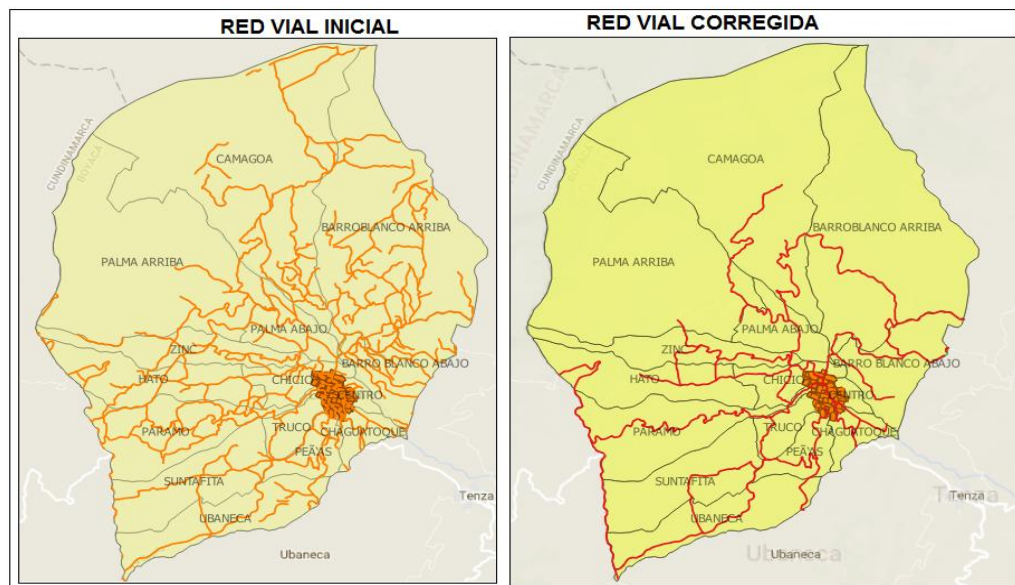
6. RESULTADOS

6.1. CORRECCIÓN TOPOLÓGICA

Con el apoyo de cartografía, documentación referencia y archivos CAD, se realizó la corrección topología y actualización de la red secundaria y terciaria de los municipios de La Capilla, Guateque, Tenza y Sutatenza ubicados en el departamento de Boyacá, Provincia de Oriente.

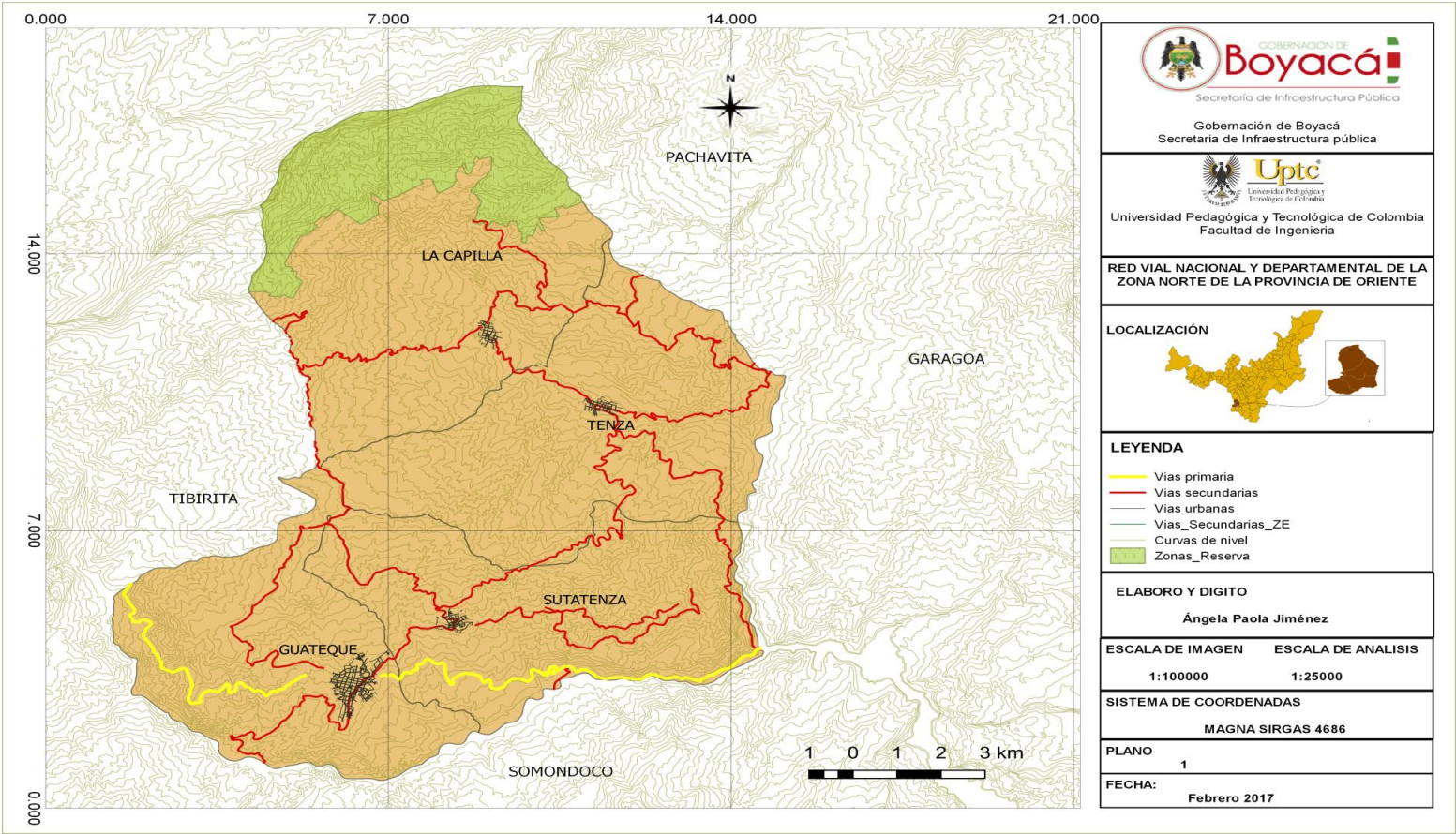
En la figura 12, se observa el estado inicial de la malla vial y la corrección realizada en el proceso de apoyo técnico a la Gobernación de Boyacá. Se presenta a manera de ejemplo el municipio de La Capilla y en la figura 13, la red vial departamental de los municipios de estudio

Figura 12. Corrección de la red vial del municipio de La Capilla



Fuente: Propia a partir del software QGIS 2.14

Figura 13. Mapa de la red vial nacional y departamental de la zona de estudio



Fuente: Propia a partir del software QGIS 2.14

6.2. ARCHIVOS DEL SISTEMA DE INFORMACION NACIONAL DE CARRETERAS

A partir de la metodología descrita por el SINC, se elaboraron las capas allí descritas para los municipios mediante el programa QGIS, creando una base de datos digital de las vías departamental para todos los municipios y la totalidad de datos tanto departamentales como municipales con para los municipios de La Capilla y Tenza, quienes reportaron sus vías en formato shape. A continuación se presenta, a manera de resumen, las características ingresadas a la tabla de atributos de la cada una de las capas creadas para el municipio de Tenza.

Tabla 1. Atributos de Tramo Vía

| Código vía | Nombre | Categoría | Longitud (m) |
|------------|----------------------------------|-----------|--------------|
| TE_52 | Cora chiquito | 3 | 1674,6 |
| TE_53 | Cora volcán | 3 | 1400,6 |
| TE_54 | Cora grande | 3 | 509,9 |
| 49844 | Valle grande abajo rucha mutatea | 2 | 5746,9 |
| TE_44 | Escuela mutatea | 3 | 466,1 |
| TE_45 | Límite entre rucha y mutatea | 3 | 1822,2 |
| TE_46 | Rucha | 3 | 1482,4 |
| TE_47 | Mutatea | 3 | 478,9 |
| TE_48 | Samuel guerrero boquerón | 3 | 1418,1 |
| TE_49 | Rucha | 3 | 501,1 |
| TE_50 | Rucha | 3 | 520,0 |
| TE_51 | La M | 3 | 527,3 |
| TE_2 | Barzal -Pachavita | 3 | 1925,1 |
| TE_3 | Barzal | 3 | 74,6 |
| TE_4 | Barsal aposentos | 3 | 1756,7 |

Fuente: Propia a partir de base de datos de la Alcaldía de Tenza.

En la capa 02_BERMA, solo 32 vías de las 55 analizadas, tienen una berma definida. Los resultados se observan en la tabla 2. En donde “TIPO CUBERTURA” corresponde a afirmado (1) y el campo de “LADO” se refiere al lado en el que se ubica la berma, 1 si es derecha y 2 si es izquierda.

Tabla 2. Atributos de Berma

| Código vía | Lado | Tipo Cobertura | Ancho sección |
|-------------------|-------------|---------------------------|--------------------------|
| TE_53 | 1 | 1 | 0,30 |
| 49844 | 1 | 1 | 0,50 |
| TE_45 | 1 | 1 | 0,40 |
| TE_48 | 1 | 1 | 0,50 |
| TE_49 | 1 | 1 | 0,30 |
| TE_2 | 1 | 1 | 0,60 |
| TE_4 | 1 | 1 | 0,90 |
| TE_5 | 1 | 1 | 0,30 |
| TE_7 | 2 | 1 | 0,30 |
| TE_8 | 2 | 1 | 0,30 |
| TE_9 | 1 | 1 | 0,50 |
| 49942 | 1 | 1 | 0,50 |
| TE_12 | 1 | 1 | 0,40 |
| TE_16 | 1 | 1 | 0,50 |
| TE_17 | 1 | 1 | 0,30 |
| 49944 | 1 | 1 | 0,50 |
| TE_19 | 1 | 1 | 0,50 |
| TE_20 | 1 | 1 | 0,50 |
| TE_23 | 1 | 1 | 0,30 |
| TE_28 | 1 | 1 | 0,60 |
| TE_30 | 1 | 1 | 0,40 |
| TE_33 | 1 | 1 | 0,40 |
| TE_34 | 1 | 1 | 0,80 |
| TE_40 | 1 | 1 | 0,30 |

Fuente: Propia a partir de base de datos de la Alcaldía de Tenza.

Tabla 2. Atributos de Berma

| Código vía | Lado | Tipo Cobertura | Ancho sección |
|------------|------|----------------|---------------|
| TE_55 | 1 | 1 | 0,50 |
| TE_26 | 1 | 1 | 0,30 |
| TE_1 | 1 | 1 | 0,60 |
| TE_6 | 1 | 1 | 0,40 |
| TE_22 | 1 | 1 | 0,40 |
| TE_54 | 2 | 1 | 0,40 |
| TE_13 | 1 | 1 | 0,50 |

Fuente: Propia a partir de base de datos de la Alcaldía de Tenza.

Para la capa 05_TIPOTERRENO mostrada en la tabla 3, se clasifico el tipo de terreno en:

- 1-escarpado
- 2-montañoso
- 3-ondulado y
- 4-plano

Tabla 3. Atributos de tipo de terreno

| Código vía | Tipo terreno | Pendiente | Longitud |
|------------|--------------|-----------|----------|
| TE_8 | 2 | 7 | 581,47 |
| TE_52 | 2 | 7 | 1674,64 |
| TE_53 | 2 | 7 | 1400,63 |
| TE_54 | 2 | 7 | 509,89 |
| 49844 | 2 | 7 | 5746,89 |
| TE_45 | 2 | 7 | 1822,16 |
| TE_46 | 2 | 7 | 1482,45 |

Fuente: Propia a partir de base de datos de la Alcaldía de Tenza.

Tabla 3. Atributos de tipo de terreno

| Código vía | Tipo terreno | Pendiente | Longitud |
|------------|--------------|-----------|----------|
| TE_47 | 2 | 7 | 478,95 |
| TE_48 | 2 | 7 | 1418,14 |
| TE_49 | 2 | 7 | 501,07 |
| TE_50 | 2 | 7 | 520,02 |
| TE_51 | 2 | 7 | 527,25 |
| TE_4 | 2 | 7 | 1756,66 |
| TE_5 | 2 | 7 | 1167,16 |
| 49942 | 2 | 7 | 6008,31 |
| TE_11 | 2 | 7 | 729,91 |
| TE_12 | 2 | 7 | 2380,52 |
| TE_13 | 2 | 7 | 1021,05 |
| TE_16 | 2 | 7 | 4908,47 |
| TE_17 | 2 | 7 | 316,94 |
| 49944 | 2 | 7 | 11264,90 |
| TE_19 | 2 | 7 | 198,75 |
| TE_20 | 2 | 7 | 513,32 |
| TE_21 | 2 | 7 | 3300,50 |
| TE_22 | 2 | 7 | 1289,55 |
| TE_23 | 2 | 7 | 950,69 |
| TE_25 | 2 | 7 | 1338,07 |
| TE_27 | 2 | 7 | 925,01 |
| TE_28 | 2 | 7 | 6569,06 |
| TE_29 | 2 | 7 | 932,99 |
| TE_30 | 2 | 7 | 1094,94 |

Fuente: Propia a partir de base de datos de la Alcaldía de Tenza.

Dentro de los registros a reportar ante el SINC, se establecen en las capas 12_SITIOACCIDENTALIDAD y 13_SITIOINESTABILIDAD, las zonas presentadas en la red vial. En la tabla 4 y 5, se observan algunos registros de la tabla de atributos ingresados a estas capas.

Tabla 4. Atributos de sitios de accidentalidad

| Código de la vía | Cota Inicial | Distancia inicial | Cota Final | Distancia Final | Lado | Descripción |
|-------------------------|---------------------|--------------------------|-------------------|------------------------|-------------|--------------------|
| 49942 | 3,000 | 80,207 | 3,000 | 114,646 | 2 | CURVAS CERRADAS |
| 49942 | 1,000 | 711,576 | 1,000 | 783,776 | 2 | CURVAS CERRADAS |
| 49944 | 6,000 | 414,679 | 6,000 | 465,510 | 1 | CURVAS CERRADAS |
| 49944 | 6,000 | 288,506 | 6,000 | 341,994 | 1 | CURVAS CERRADAS |
| TE_1 | 2,000 | 51,594 | 2,000 | 107,038 | 1 | CURVAS CERRADAS |
| TE_28 | 2,000 | 456,566 | 2,000 | 548,372 | 2 | CURVAS CERRADAS |
| TE_36 | 1,000 | 66,763 | 1,000 | 20,936 | 1 | CURVAS CERRADAS |

Fuente: Propia a partir de base de datos de la Alcaldía de Tenza.

Tabla 5. Atributos de sitios de inestabilidad

| Código vía | Distancia inicial | Distancia Final | Lado | Descripción |
|-------------------|--------------------------|------------------------|-------------|-------------------------------|
| TE_1 | 612,00 | 679,00 | 2 | Derrumbes por invierno |
| TE_1 | 668,00 | 707,00 | 2 | Derrumbe |
| TE_5 | 246,00 | 292,00 | 2 | Perdida de banca por geología |
| TE_12 | 150,00 | 161,00 | 2 | Perdida de banca |
| 49942 | 72,20 | 81,20 | 1 | Perdida de banca |
| TE_16 | 179,00 | 196,00 | 1 | Deslizamiento de banca |
| TE_16 | 550,00 | 563,00 | 1 | Deslizamiento banca |

Fuente: Propia a partir de base de datos de la Alcaldía de Tenza.

Tabla 5. Atributos de sitios de inestabilidad. (Continuación)

| Código vía | Distancia inicial | Distancia Final | Lado | Descripción |
|------------|----------------------|--------------------|------|-----------------------------|
| TE_16 | 567,00 | 604,00 | 1 | Deslizamiento de banca |
| 49944 | 205,00 | 237,00 | 1 | Deslizamiento de tierra |
| 49944 | 712,00 | 762,00 | 1 | Deslizamiento de banca |
| 49944 | 250,00 | 294,00 | 1 | Deslizamientos |
| TE_28 | 780,00 | 825,00 | 2 | Deslizamiento perdida banca |
| TE_55 | 112,00 | 148,00 | 2 | Deslizamiento |
| 49844 | 257,00 | 299,00 | 2 | Deslizamiento |

Fuente: Propia a partir de base de datos de la Alcaldía de Tenza.

La nomenclatura descrita en las tablas anteriores, fueron adaptadas de los parámetros descritos en la Resolución 1067 de 2015.

6.3. ACTUALIZACION DEL PLAN VIAL DEPARTAMENTAL

Para el PVD establecido por la gobernación para las vías a cargo, se actualizaron los campos de 16 fichas técnicas para los municipios de La Capilla y Tenza con el apoyo de los entes gubernamentales. En Guateque y Sutatenza, no se completó la totalidad de los campos, en base a que no se obtuvo una respuesta ante la solicitud radicada en las alcaldías de estos municipios. En el presente capítulo se describe la información de las fichas técnicas del PVD.

6.3.1 Red vial. Es la red vial a cargo del departamento y el municipio. No se incluyen vías primarias, ya que por la zona de estudio, solo pasa un tramo por el municipio de Guateque. La red vial se actualizó a partir de la corrección y actualización topológica, complementando los campos de Excel con la tabla de atributos realizada en QGIS. En esta ficha técnica, se describe la competencia, orden de la vía según de la Resolución 1240 de 2014, nombre la vía obtenida a

partir de cartografía base del municipio y del IGAC, longitud en metros obtenida en QGIS, ancho promedio calzada y tipo de pavimento. En el cuadro 9, se señala algunas de las características descritas para la red vial del municipio de Tenza.

6.3.2 Red vial a cargo del Departamento. Aquí se modificó los códigos y nombres de las vías departamentales establecidas en la Resolución 1240 de 2014, longitud, estado general del tramo, superficie predominante y su transitabilidad. Esta red vial, en su mayoría se encontraron como vías intermunicipales. Se muestran los resultados en el cuadro 10, para los municipios de estudio.

6.3.3 Conectividad vial de la red secundaria. En base a la red a cargo del departamento, se describió la longitud de la vía que comunica con otros municipios, tal y como se muestra en la cuadro 11.

6.3.4 Proyectos de Infraestructura. Con información suministrada por parte de la gobernación y las alcaldías, se describe en esta ficha, los contratos celebrados por estos entes gubernamentales en los dos últimos años. En el cuadro 12, se muestran todos los contratos celebrados entre la gobernación y las alcaldías.

Cuadro 9. Red vial del municipio Tenza

| Código de la vía | Competencia | Orden (resolución 1240 de 2013) | Nombre de la vía | PR | | Municipios | | Longitud (km) | Ancho promedio (m) |
|------------------|--------------|---------------------------------------|---|-----|------|------------|------------|------------------|--------------------------|
| 56BY03 | Departamento | Segundo orden | Tenza-Sutatenza (puente camacho-Tenza-Sutatenza-Guateque) | 0,0 | 7,2 | Tenza | Sutatenza | 7,200 | 3,6 |
| 6101 | Departamento | Segundo orden | Tenza-Pachavita (puente camacho-Tenza-Sutatenza-Guateque) | 0,0 | 5,7 | Tenza | Pachavita | 5,700 | 4 |
| 49942 | Departamento | Tercer orden | Barzal-cora | 0,0 | 6,0 | Tenza | Tenza | 6,000 | 3,5 |
| 56BY03 | Departamento | Segundo orden | Tenza - las juntas | 0,0 | 10,7 | Tenza | Sutatenza | 10,655 | 3,6 |
| 61BY01 | Departamento | Segundo orden | Tenza – La Capilla (cruce ruta 6101) | 0,0 | 4,0 | Tenza | La capilla | 4,000 | 5,5 |
| 49944 | Departamento | Tercer orden | Tenza - quebradas | 0,0 | 11,0 | Tenza | Tenza | 11,000 | 4,5 |
| TE_6 | Municipio | Tercer orden | Barzal | 0,0 | 3,0 | Tenza | Tenza | 3,000 | 3 |
| TE_1 | Municipio | Tercer orden | Centro valle grande abajo- apuestos barzal -pachavita | 0,0 | 8,0 | Tenza | Pachavita | 8,000 | 5 |
| TE_26 | Municipio | Tercer orden | Limitez tenza | 0,0 | 1,0 | Tenza | Tenza | 1,000 | 4 |
| TE_55 | Municipio | Tercer orden | Rucha | 0,0 | 4,0 | Tenza | Tenza | 4,000 | 3,5 |
| TE_39 | Municipio | Tercer orden | Rucha | 0,0 | 1,0 | Tenza | Tenza | 1,000 | 3,4 |

Fuente: Propia a partir de PVD 2017.

Cuadro 9. Red vial del municipio Tenza (Continuación)

| Código de la vía | Competencia | Orden (resolución 1240 de 2013) | Nombre de la vía | PR | | Municipios | | Longitud (km) | Ancho promedio (m) |
|------------------|-------------|---------------------------------|---|-----|-----|------------|-------|---------------|--------------------|
| TE_37 | Municipio | Tercer orden | Puente mico-pedroguerrero-escuela rucha | 0,0 | 3,0 | Tenza | Tenza | 3,000 | 3,2 |
| TE_36 | Municipio | Tercer orden | Camino | 0,0 | 1,0 | Tenza | Tenza | 1,000 | 3 |
| TE_34 | Municipio | Tercer orden | La cruz de la mision-el alto | 0,0 | 2,0 | Tenza | Tenza | 2,000 | 4 |
| TE_33 | Municipio | Tercer orden | San miguel-alto de gutierrez | 0,0 | 2,0 | Tenza | Tenza | 2,000 | 3,5 |
| TE_30 | Municipio | Tercer orden | Resguardo-valle grande abajo | 0,0 | 1,0 | Tenza | Tenza | 1,000 | 3,4 |
| TE_28 | Municipio | Tercer orden | Resguardo-alto Sutatenza | 0,0 | 6,0 | Tenza | Tenza | 6,000 | 4,4 |
| TE_25 | Municipio | Tercer orden | Quebradas | 0,0 | 1,0 | Tenza | Tenza | 1,000 | 3 |
| TE_22 | Municipio | Tercer orden | Chaguatoque-quebradas | 0,0 | 1,0 | Tenza | Tenza | 1,000 | 3,3 |
| TE_21 | Municipio | Tercer orden | Quebradas marcos quintero | 0,0 | 3,0 | Tenza | Tenza | 3,000 | 3 |
| TE_16 | Municipio | Tercer orden | Aposentos-volca-cora grande-barzal | 0,0 | 4,0 | Tenza | Tenza | 4,000 | 5 |
| TE_14 | Municipio | Tercer orden | Aposentos-volcan | 0,0 | 1,0 | Tenza | Tenza | 1,000 | 3 |

Fuente: Propia a partir de PVD 2017.

Cuadro 9. Red vial del municipio Tenza (Continuación)

| Código de la vía | Competencia | Orden (resolución 1240 de 2013) | Nombre de la vía | PR | | Municipios | | Longitud (km) | Ancho promedio (m) |
|------------------|-------------|---------------------------------|--------------------------------|-----|-----|------------|-----------|---------------|--------------------|
| TE_13 | Municipio | Tercer orden | Aposentos | 0,0 | 2,0 | Tenza | Tenza | 2,000 | 3 |
| TE_12 | Municipio | Tercer orden | Barzal -aposentos tenza | 0,0 | 2,0 | Tenza | Tenza | 2,000 | 3 |
| TE_4 | Municipio | Tercer orden | Barzal-aposentos | 0,0 | 1,0 | Tenza | Tenza | 1,000 | 4 |
| TE_2 | Municipio | Tercer orden | Barzal-pachavita | 0,0 | 1,0 | Tenza | Pachavita | 1,000 | 3,5 |
| TE_48 | Municipio | Tercer orden | Samuel guerrero boqueron | 0,0 | 1,0 | Tenza | Tenza | 1,000 | 2,6 |
| TE_46 | Municipio | Tercer orden | Vereda rucha | 0,0 | 1,0 | Tenza | Tenza | 1,000 | 3,4 |
| TE_45 | Municipio | Tercer orden | Límite entre rucha y mutatea | 0,0 | 1,0 | Tenza | Tenza | 1,000 | 3,4 |
| TE_43 | Municipio | Tercer orden | Valle grande abaji-rucha-mutea | 0,0 | 5,0 | Tenza | Tenza | 5,000 | 3 |
| TE_53 | Municipio | Tercer orden | Cora-volcan | 0,0 | 1,0 | Tenza | Tenza | 1,000 | 2,8 |
| TE_52 | Municipio | Tercer orden | Cora-chiquito | 0,0 | 1,0 | Tenza | Tenza | 1,000 | 2,7 |

Fuente: Propia a partir de PVD 2017.

Cuadro 10. Red vial a cargo del departamento

| Código de la vía | Nombre de la vía | Municipios | | Longitud (km) | Estado general del tramo | Superficie de vía predominante | Transitabilidad | |
|------------------|---------------------------------------|------------|------------|---------------|--------------------------|--------------------------------|------------------------------------|---------------|
| | | DESDE | HASTA | | | | DIAS AL AÑO QUE ESTÁ INTRANSITABLE | NORMALIZACIÓN |
| 49797 | Guateque - Torre de televisión | Guateque | La capilla | 13,89 | Regular | Afirmado | 365 | 1 |
| 49844 | Sutatenza - Mutatea | Sutatenza | Tenza | 6,90 | Regular | Afirmado | 365 | 1 |
| 49845 | Sutatenza - Paramo gaunza arriba | Sutatenza | Guateque | 7,75 | Regular | Afirmado | 365 | 1 |
| 49847 | Sutatenza - Ovejeras | Sutatenza | Sutatenza | 6,75 | Regular | Afirmado | 365 | 1 |
| 49942 | Barzal-cora | Tenza | Tenza | 6,00 | Regular | Afirmado | 365 | 1 |
| 50040 | La Capilla - Barro blanco - camagoa | La capilla | La capilla | 4,65 | Regular | Afirmado | 365 | 1 |
| 56BY01 | Cruce ruta 56 (el salitre)- Somondoco | Sutatenza | Somondoco | 6,50 | Regular | Pavimentada | 365 | 1 |
| 56BY03 | Tenza - Las juntas | Tenza | Sutatenza | 10,66 | Regular | Afirmado | 365 | 1 |
| 61BY01 | Tenza- La Capilla (cruce ruta 6101) | Tenza | La capilla | 4,00 | Bueno | Pavimentada | 365 | 1 |
| D1538001 | La capilla - Torre t.v. | La capilla | La capilla | 11,19 | Regular | Afirmado | 365 | 1 |
| 49796 | Guateque - Siravita | Guateque | Guateque | 2,80 | Regular | Afirmado | 365 | 1 |

Fuente: Propia a partir de PVD 2017.

Cuadro 11. Conectividad de la red a cargo del departamento

| Código de la vía | Nombre de la vía | Longitud (km) | Conectividad con otras vías | | | Sumatoria de km de vías por tramo | Indicador de conectividad | Normalización de conectividad |
|------------------|--|---------------|-----------------------------|--|-------|-----------------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| | | | CÓDIGO | NOMBRE DE LA VÍA | km | | | |
| 56BY03 | Tenza - las juntas | 10,66 | 5608 | Guateque el secreto | 28,00 | 38,90 | 3,65 | 0,17 |
| 56BY04 | Chivor-Almeida Las juntas | 28,24 | 56BY07 | Cruce ruta 5608 - naranjos - Chivor | 15,49 | 55,57 | 1,97 | 0,09 |
| 6101 | Puente camacho - Jenesano - Tibana - Sisa - Chinavita | 94,20 | 55BY03 | Cruce ruta 55 (tierra negra) - Jenesano | 17,82 | 282,49 | 3,00 | 0,14 |
| 61BY01 | Tenza-La Capilla (cruce ruta 6101) | 4,00 | 61BY09 | Cruce ruta 6101 (la frontera) - Pachavita – La Capilla | 20,94 | 32,13 | 8,03 | 0,38 |
| 61BY09 | Cruce ruta 6101 (la frontera) - Pachavita - La Capilla | 20,94 | 50040 | La Capilla - Barro blanco - Camagoa | 4,65 | 37,61 | 1,80 | 0,08 |

Fuente: Propia a partir de PVD 2017

Cuadro 12. Proyectos de infraestructura

| Tipo de intervención | Nombre del proyecto | Municipios beneficiados | Estado actual | Fuente de financiación | Responsable | Observaciones |
|--|---|-------------------------|---|---|----------------|--|
| Mejoramiento y pavimentación | Objeto: Aunar esfuerzos entre el departamento de Boyacá y el municipio de Tenza para el mejoramiento y pavimentación de la calle 6 entre carreras 9 y 12 del municipio de Tenza, departamento de Boyacá | Tenza | Terminado. En proceso de Liquidación | Gobernación y municipio | Obras Públicas | No se reportó el informe de liquidación |
| Construcción pavimento rígido | Aunar esfuerzos entre el departamento de Boyacá y el municipio de la capilla para el giro y la supervisión de ejecución de recursos para desarrollo del proyecto construcción de pavimento rígido en las vías aledañas al parque principal La Capilla, Boyacá, centro oriente | La capilla | Terminada | Sistema general de regalías -ocad 20-10-12-18-1028-1631 | Obras Públicas | Terminado y liquidado aunque con un acabado deficiente en la macrotextura de la capa de rodadura |
| Estudios diseños y mejoramiento y rehabilitación | Estudios diseños y mejoramiento y rehabilitación del corredor vial Guateque - Guayata, departamento de Boyacá | Guateque Y Guayata | En Ejecución | Empréstito | Obras Públicas | No se ha liquidado el contrato |

Fuente: Propia a partir de PVD 2017.

Cuadro 12. Proyectos de infraestructura (Continuación)

| Tipo de intervención | Nombre del proyecto | Municipios beneficiados | Estado actual | Fuente de financiación | Responsable | Observaciones |
|--|---|-------------------------|---------------|---|----------------|--|
| Construcción pavimento rígido | Aunar esfuerzos entre el departamento de Boyacá y el municipio de la capilla para el giro y la supervisión de ejecución de recursos para desarrollo del proyecto construcción de pavimento rígido en las vías aledañas al parque principal La Capilla, Boyacá, centro oriente | La capilla | Terminada | Sistema general de regalías -ocad 20-10-12-18-1028-1631 | Obras Públicas | Terminado y liquidado aunque con un acabado deficiente en la macrotextura de la capa de rodadura |
| Estudios diseños y mejoramiento y rehabilitación | Estudios diseños y mejoramiento y rehabilitación del corredor vial Guateque - Guayata, departamento de Boyacá | Guateque Y Guayata | En Ejecución | Empréstito | Obras Públicas | No se ha liquidado el contrato |
| Interventoría técnica, administrativa, financiera y ambiental a los estudios , diseños mejoramiento y rehabilitación | Interventoría técnica, administrativa financiera y ambiental a los estudios diseños y mejoramiento y rehabilitación del corredor vial Guateque - Guayata, departamento de Boyacá | Guateque Y Guayata | En Ejecución | Empréstito | Obras Públicas | Sin liquidar |

Fuente: Propia a partir de PVD 2017

Cuadro 12. Proyectos de infraestructura (Continuación)

| Tipo de intervención | Nombre del proyecto | Municipios beneficiados | Estado actual | Fuente de financiación | Responsable | Observaciones |
|---|---|-----------------------------|---------------|---|----------------|---|
| Estudios diseños, mejoramiento y rehabilitación | Estudios diseños, mejoramiento y rehabilitación del corredor vial Tenza - El crucero (ruta 56by03) y Guateque Sutatenza, departamento de Boyacá | Guateque, Sutatenza Y Tenza | En Ejecución | Empréstito | Obras Públicas | Se interviniendo el tramo Guateque - Sutatenza, inicia colocación de carpeta asfáltica. En el tramo Tenza - El Crucero, no se ha definido el tipo de intervención ya sea Rehabilitación del Puente Ospina o Mejoramiento del tramo vial. |
| Mejoramiento y adoquinado de las vías | Mejoramiento y adoquinado de las vías perimetrales de la plaza de mercado del municipio de Tenza, departamento de Boyacá | Tenza | Sin iniciar | Sgr departamental - ejecutados por los municipios | Obras Públicas | Ya se contrató, pero no se ha podido firmar acta e inicio ya que la comunidad exige que previo al inicio, debe realizarse el arreglo de las redes de acueducto y alcantarillado. Se espera información adicional por parte de planeacion municipal. |

Fuente: Propia a partir de PVD 201

6.3.5 Trafico de buses y carga nominal y pasajeros. Solo se describe para el municipio de Tenza. Los demás municipios no reportaron información de TPD.

6.3.6 Relación Costo ton/km. Se identificaron las vías que conectan centros de acopio de alimentos con la ciudad de Bogotá D.C, lugar donde venden el producto. A partir del tipo de producto producido en cada municipio, se estable la relación costo beneficio de cada producto. Este proceso se desarrolló solo para los municipios de La Capilla y Tenza con el apoyo de las alcaldías.

6.3.7 División Política. Se actualizaron los campos para todos los municipios, con información extraída de los Esquemas de Ordenamiento Territorial de cada municipio y la base de datos de la gobernación.

6.3.8 Zonas de riesgo municipal. A partir del Mapa de Amenazas realizado en el 2010 por la Secretaria de Infraestructura, se realizó la estimación de riesgos según el rango de daño o vulnerabilidad que registra el mapa.

6.3.9 Vías en zonas de riesgo. Se actualizaron los campos para los municipios de La Capilla y Tenza, quienes suministraron la información completa de sus vías.

6.3.10 Áreas protegidas. El municipio de La Capilla es el único de la zona que tiene establecida por resolución ambiental, una zona protegida correspondiente al “Ecosistema de paramo y bosque andino”. Esta información se actualizo con los registros de la Secretaria de Medio ambiente de Boyacá.

6.3.11 Vías en zonas protegidas. Solo aplican las vías en jurisdicción del municipio de La Capilla.

6.3.12 Crecimiento intercensal. A partir de la caracterización realizada por el Departamento de Planeación para el año 2015, se actualizan los campos en esta ficha técnica.

6.3.13 Funciones y roles del municipio. Se establecieron los roles municipales en base a la descripción de algunos parámetros urbanos y rurales descritos en los

Esquemas de Ordenamiento Territorial. En una escala de 1 a 15, se clasifican como malos en un rango de 0,6, en regular con 08 y bueno en 1.

6.3.14 Zonas turísticas. Se actualizaron el campo a partir de los registros suministrados por la Secretaría de Cultura, asignando una clasificación según el potencial de cada zona. El municipio de Tenza, adquirió la máxima categoría en base a que es el municipio con más potencial turístico de la zona de estudio.

6.3.15 Áreas especiales de producción. Se estableció para todos los municipios un nivel de dinamismo en base a la producción de productos más predominantes.

6.1.16 Vías turísticas. Se identificaron las vías que cruzan por los sitios turísticos, actualizando la Ficha Técnica No. 14, con la ubicación de cada zona turística y la georeferenciación realizada en la actualización de cada red vial.

6.3.17 Dotaciones de infraestructura. Se actualizó con la descripción de infraestructura extraída de los Esquemas de Ordenamiento Territorial e información referenciada.

6.3.18 Priorización de tramos. A partir de la información actualizada en las fichas descritas anteriormente, se tiene como resultado final la priorización de los tramos según sus características sociales, económicas, geológicas y topológicas. En el cuadro 13, se describen los tramos de mayor priorización obtenida a partir de la matriz del Plan Vial.

Cuadro 13. Priorización de tramos

| CÓDIGO | TRAMO | MUNICIPIO | | INDICADORES TÉCNICOS | | | CONECTIVIDAD INTERMODAL | INDICADORES ECONÓMICOS | INDICADORES SOCIALES | PUNTAJE TOTAL | PRIORIDAD |
|--------|-------------------------------------|------------|------------|----------------------------|-----------------|----------------------------|-------------------------------|------------------------------|----------------------------|---------------|-----------|
| | | DESDE | HASTA | CONECTIVIDAD CON MUNICIPIO | TRANSITABILIDAD | TOTAL INDICADORES TÉCNICOS | TOTAL CONECTIVIDAD INTERMODAL | TOTAL INDICADORES ECONÓMICOS | TOTAL INDICADORES SOCIALES | | |
| 49797 | GUATEQUE - TORRE DE TELEVISION | GUATEQUE | LA CAPILLA | 0,13 | 1,00 | 1,13 | 1,04 | 1,70 | 0,82 | 5,07 | 88 |
| 49844 | SUTATENZA - MUTATEA | SUTATENZA | TENZA | 0,13 | 1,00 | 1,13 | 1,00 | 1,73 | 0,92 | 4,77 | 661 |
| 49845 | SUTATENZA - PARAMO GAUNZA ARRIBA | SUTATENZA | GUATEQUE | 0,13 | 1,00 | 1,13 | 1,00 | 1,78 | 0,93 | 4,84 | 657 |
| 49847 | SUTATENZA - OVEJERAS | SUTATENZA | SUTATENZA | 0,13 | 1,00 | 1,13 | 1,10 | 1,73 | 0,93 | 5,26 | 70 |
| 49942 | BARZAL-CORA | TENZA | TENZA | 0,13 | 1,00 | 1,13 | 1,00 | 1,73 | 0,90 | 5,14 | 78 |
| 50040 | LA CAPILLA - BARRO BLANCO - CAMAGOA | LA CAPILLA | LA CAPILLA | 0,13 | 1,00 | 1,13 | 1,00 | 1,57 | 0,71 | 4,41 | 342 |

Fuente: Propia a partir del PVD 2017.

Cuadro 13. Priorización de tramos (Continuación)


| CÓDIGO | TRAMO | MUNICIPIO | | INDICADORES TÉCNICOS | | | CONECTIVIDAD INTERMODAL | INDICADORES ECONÓMICOS | INDICADORES SOCIALES | PUNTAJE TOTAL | PRIORIDAD |
|----------|---------------------------------------|------------|------------|----------------------------|-----------------|----------------------------|-------------------------------|------------------------------|----------------------------|---------------|-----------|
| | | DESDE | DESDE | CONECTIVIDAD CON MUNICIPIO | TRANSITABILIDAD | TOTAL INDICADORES TÉCNICOS | TOTAL CONECTIVIDAD INTERMODAL | TOTAL INDICADORES ECONÓMICOS | TOTAL INDICADORES SOCIALES | | |
| 56BY01 | CRUCE RUTA 56 (EL SALITRE)- SOMONDOCO | SUTATENZA | SOMONDOCO | 0,13 | 1,00 | 1,16 | 1,15 | 1,87 | 0,96 | 5,51 | 13 |
| 56BY03 | TENZA - LAS JUNTAS | TENZA | SUTATENZA | 0,13 | 1,00 | 1,13 | 0,60 | 1,73 | 0,88 | 4,72 | 105 |
| 61BY01 | TENZA - LA CAPILLA | TENZA | LA CAPILLA | 0,25 | 1,00 | 1,27 | 0,60 | 1,89 | 0,86 | 5,00 | 93 |
| D1538001 | LA CAPILLA - TORRE T.V. | LA CAPILLA | LA CAPILLA | 0,13 | 1,00 | 1,13 | 0,72 | 1,37 | 0,66 | 3,88 | 656 |
| 49796 | GUATEQUE - SIRAVITA | GUATEQUE | GUATEQUE | 0,13 | 1,00 | 1,13 | 1,00 | 1,84 | 0,93 | 4,90 | 207 |
| 49944 | TENZA - QUEBRADAS | TENZA | TENZA | 0,13 | 1,00 | 1,13 | 1,00 | 1,73 | 0,90 | 4,76 | 221 |

Fuente: Propia a partir del PVD 2017.

6.4. JERARQUIZACIÓN DE LA RED VIAL URBANA EN EL MUNICIPIO DE LA CAPILLA


6.4.1 Tramos de estudio. Se definieron los tramos según la conectividad que estos representan con otros municipios como Tibirita la cual es una vía alterna al departamento de Cundinamarca, Tenza su municipio más cercano y la vía que conduce la sede central del Instituto Educativo la Calendaría, siendo un punto de gran afluencia. A partir de los datos registrados por la gobernación de Boyacá, se tiene que para la vía de la calle 3 con carrera 4, en los alrededores del parque, un TPD de 179 vehículos tipo. En el cuadro 14, se describen los tramos seleccionados.

Cuadro 14. Tramos seleccionados

| Tramo | Funcionalidad | Características geométricas de la vía | Población |
|--|--|--|--|
| 1. Carrera 4 con calle 5  | Vía que comunica la plaza de mercado con la vía alterna al municipio de Tibirita y la vereda Chicio. | Se encuentra construida en pavimento rígido, con una longitud de 230 metros y un ancho de carril promedio de 8,5 metros. Se tiene pendientes de alrededor de 3 a 6% y daños funcionales por la deficiencia de drenaje. | Es una vía que comunica la población de las veredas Chicio, Zinc, Palma abajo, Paramo y al municipio de Tibirita. Es la principal conexión entre este sector rural y el centro de acopio de productos agrícolas y ganaderos. |


Fuente: Propia

Cuadro 14. Tramos seleccionados (Continuación)

| Tramo | Funcionalidad | Características geométricas de la vía | Población |
|---|--|---|--|
| <p>2. Calle 2 con carrera 3</p>  | <p>Tramo de vía que comunica el casco urbano con la vía que conduce al municipio de Tenza y al Instituto Educativo La Candelaria</p> | <p>Su estructura se divide en el tramo más cercano al parque principal en pavimento rígido y en el tramo más cercano a la vía departamental que comunica con el municipio de Tenza, en flexible. Su longitud de 265 metros, con un ancho promedio de 8,5 metros. Presenta daños funcionales y estructurales por deficiencia de drenaje.</p> | <p>Esta vía es la de mayor demanda debido que comunica con una vía departamental y que su población debe desplazarse para trámites legales y bancarios, hasta el municipio más cercano que es Tenza. También se tiene población estudiantil.</p> |

Fuente: Propia.

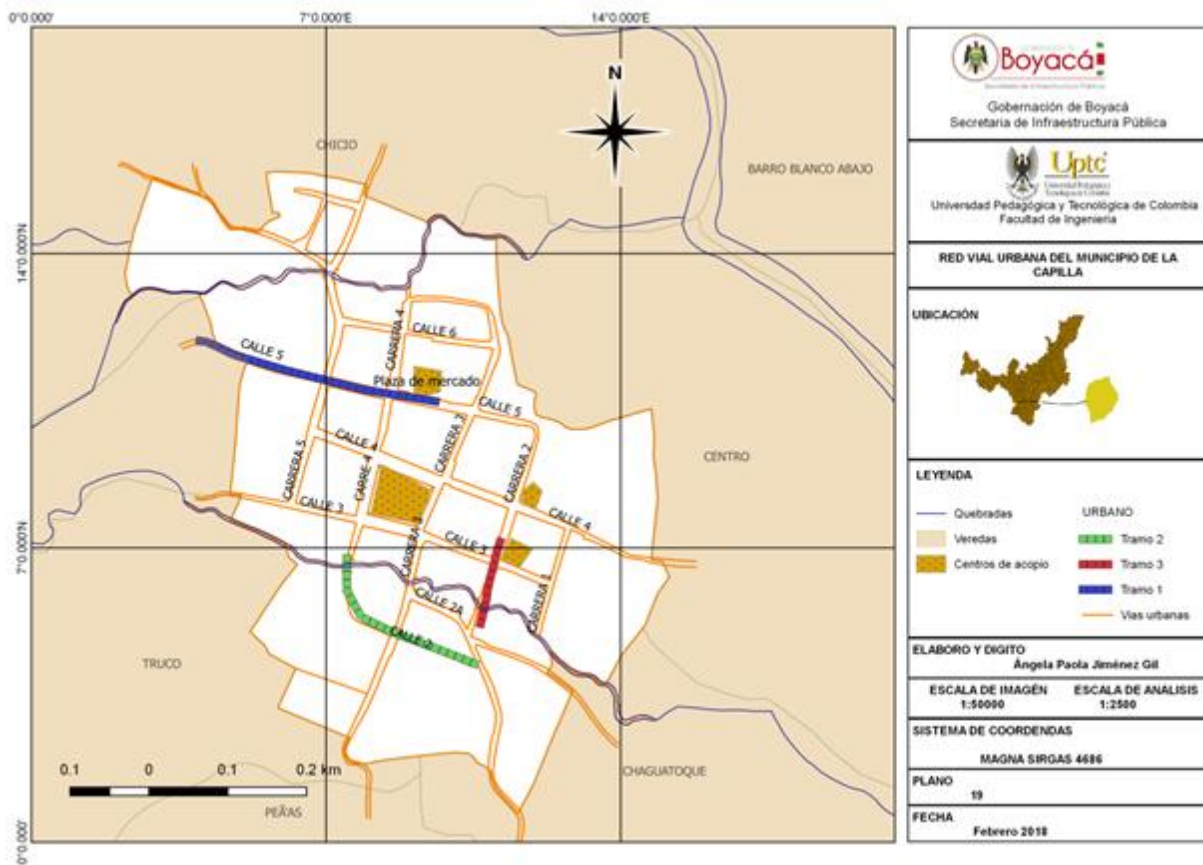
Cuadro 14. Tramos seleccionados (Continuación)

| Tramo | Funcionalidad | Características geométricas de la vía | Población |
|---|---|--|---|
| <p>1. Carrera 2 con calle 3</p>  | <p>Es una vía que comunica al colegio del municipio y al centro de salud.</p> | <p>Vía en afirmado con filtraciones de agua e inexistentes trabajos de rehabilitación. Tiene una longitud de 112 metros y ancho promedio de 7,5 metros. La Atraviesa una quebrada.</p> | <p>La mayoría de su población es estudiantil y adulto mayor que acude al centro de salud.</p> |

Fuente: Propia.

Los tramos seleccionados se tomaron a partir de una inspección visual realizada en campo, determinado las vías con mayor flujo vehicular y peatonal del municipio. Se consideró el tramo de vía de la carrera 2 con calle 3 en base al constante flujo estudiantil y de vehículos motorizados, siendo esta una vía alterna a los principales centros de acopio. En la figura 18, se observa la ubicación de los tramos descritos.

Figura 14. Localización de tramos de estudio



Fuente: Propia a partir del software QGIS 2.14

7. CONCLUSIONES

En el desarrollo del proyecto se manejaron cartografías a escala 1:50000 y 1:25000 previstas por los municipios e información libre del IGAC, así como planos en diferentes formatos que facilitaron la ubicación de la red vial que no era visible por imágenes satelitales de acceso libre. Es por esto que el manejo de programas que permiten establecer coordenadas de puntos, líneas y polígonos, son importante para verificar información desde varias fuentes. Con el fin de realizar una representación de los factores actualizados, se representó un resumen de estos, en mapas temáticos elaborados mediante el diseñador de mapas en el programa QGIS, el cual facilitó su elaboración.

La finalidad con la que cada municipio y departamento debe reportar los datos ante el Sistema de Información Nacional de Carreteras es definir la destinación de presupuesto al mantenimiento y/o rehabilitación de las vías que reportan una conexión relevante para el desarrollo económico de cada población. De igual manera, se busca establecer con la categorización de las vías georreferenciadas, la fajas de retiro obligatorio o de exclusión para las carreteras que forman toda la red vial del país.

Por otra parte, la priorización de tramos se presenta como el resultado final del compendio de información actualizada en la matriz del Plan Vial departamental, en donde se tiene en cuenta las vías a cargo del departamento, su conexión con la economía y centros de acopio, zonificación de riesgos, y demás características topológicas, teniendo como resultado que el tramo con mayor grado de priorización son las vías correspondientes Sutatenza que lleva hasta el sector Mutatea, en donde se encuentra gran variedad de cultivos, los cuales demandan un uso constante de la este tramo de vía, además de ser una vía a la que convergen varias ramales provenientes de las veredas. Por otro lado se tiene la vía que conduce desde el municipio de Guateque hasta el sector conocido como la Torre de Televisión, atravesando el municipio de La Capilla. Este sector se presenta como una vía alterna para llegar al

municipio de Tibirita (Cundinamarca). Lo anterior se reportó desde la Gobernación de Boyacá ante el Ministerio de Transporte con el fin de solicitar fondos para habilitar una vía alterna al departamento de Cundinamarca desde el municipio de La Capilla.

No se realizaron los registros completos de los municipios de Guateque y Sutatenza, debido a la inconsistencia y deficiencia de información. Estos dos municipios no reportaron la información solicitada aunque se les realizó varias peticiones.

En la visita al municipio de La Capilla, se observó en la habilitación del tramo de vía en pavimento rígido, que fue intervenido con recursos de la alcaldía y gobernación que no se cuenta con una textura y acabado establecido por el diseño, dificultando las maniobras de frenado y evacuación del agua, convirtiéndose en un foco de accidentalidad ya manifestado por la comunidad. Es por esto que se recomienda tener un adecuado seguimiento a las obras contratadas con dineros públicos del departamento y así evitar incidentes que perjudiquen a la población.

En el tiempo que se realizaron las tareas propuestas por la Gobernación, se obtuvo una visión de nuevos campos de aplicación de la ingeniería como lo son los SIG, respondiendo a la actual demanda de manejo de datos geoespaciales en diversas ramas. Por lo anterior sería importante impulsar desde la academia y entes gubernamentales, el uso de datos georeferenciados ya que estos permiten realizar análisis y prevención de riesgos dentro de la infraestructura, representando beneficios sociales y económicos, así como una fácil interpretación de datos por cualquier individuo que cuente con una herramienta de visualización satelital.

8. BIBLIOGRAFÍA

ZULUAGA SANTA, Carlos. 2011. Trazado de carreteras mediante sistemas de información geográfica. Ingeniero civil. Medellín. Universidad EAFIT (Escuela de Administración, Finanzas e Instituto Tecnológico).

GÓMEZ CHAMORRO, Nathalia., OSORIO BETANCUR, Yuliana., SALAZAR TAMAYO, Julián. 2013. SIG para determinar la susceptibilidad a movimientos en masa en la cuenca del Río Campoalegre. Especialista en Sistemas de Información Gráfica. Manizales. Universidad de Manizales.

PACHÓN SOLER, Jhoana., GONZÁLEZ SÁCHICA, Julián. 2016. 23 p. Implementación de un Sistema de Información Geográfica para el control y evaluación del mantenimiento y rehabilitación vial de la doble calzada Bogotá-Girardot. Ingeniero civil. Bogotá. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

ZAPATA DUQUE, Jaime., CARDONA LONDOÑO, Gabriel J. Aplicación de los sistemas de información geográfica para la gestión de la malla vial de la ciudad de Medellín. USBMed, Vol. 3, No. 2, Julio-Diciembre 2012.

GOBERNACION DE BOYACÁ. DECRETO N° 001895 de 2008, Red vial a cargo del departamento de Boyacá. 2008.

AGUILAR, Luis. Actualización del inventario de la red secundaria vial del departamento de "Santander". Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander. 2011, p 67.

GOBERNACION DE CALDAS. (2008-2011). Plan Vial Departamental del municipio de Risaralda. Risaralda.

JAIMES, J. P. (2014). Análisis de la conservación de la red vial terciaria del departamento de Boyacá en la actualidad. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.

MINISTERIO DE TRANSPORTE. (s.f.). Manual para el mantenimiento de la red vial secundaria. Colombia.

Zamora, N. & Barrera, O. L. (2012). Diagnóstico de la infraestructura vial actual en Colombia. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10882/3405>.

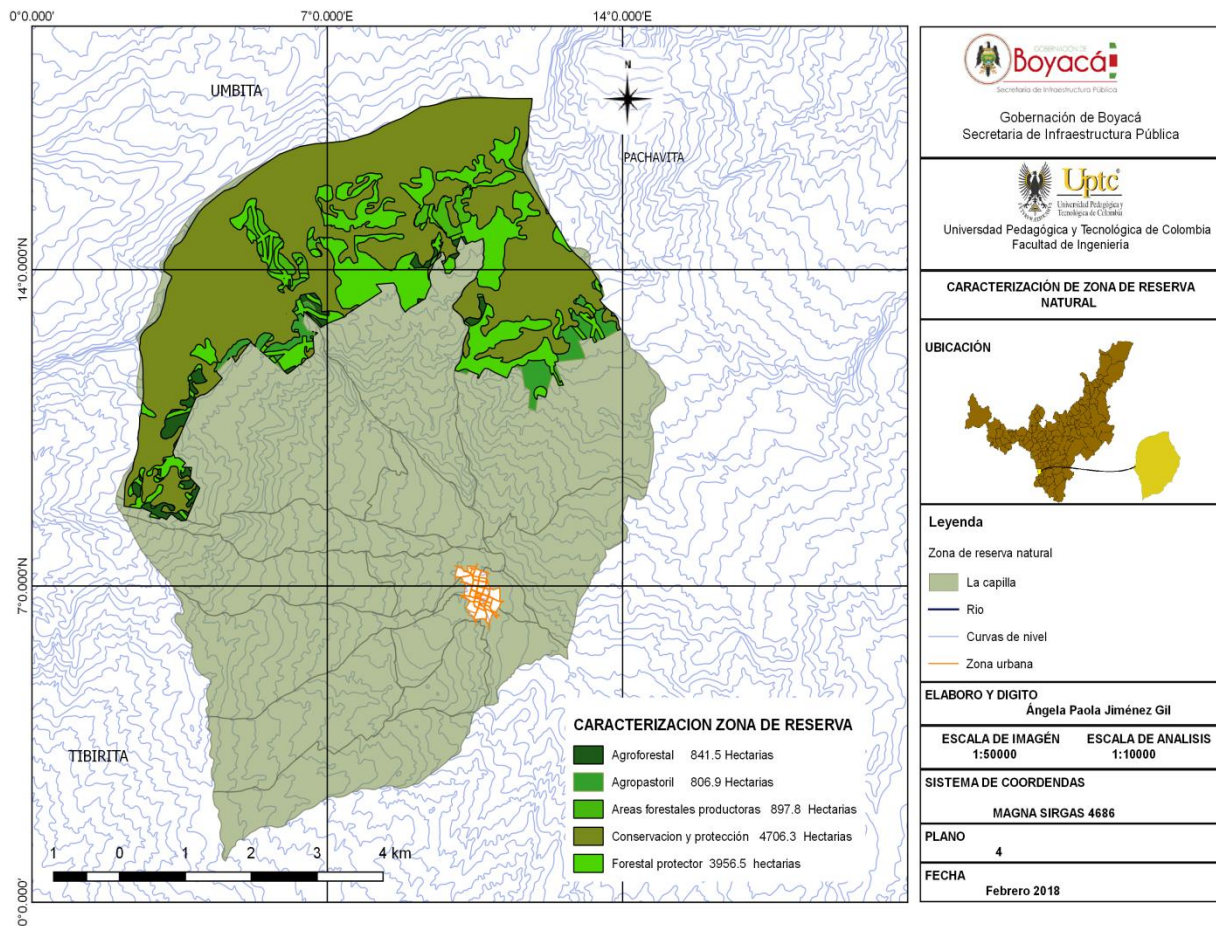
DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA. Bogotá. 2013. 4001- Infraestructura Vial.

PÉREZ, G. J. (2005). La infraestructura del transporte vial y la movilización de carga en Colombia. Banco de la República.

QUINTERO, Julián. Inventarios viales y categorización de la red vial. En: Revista Facultad de Ingeniería. Vol. 20, 2011; Pág. 2.

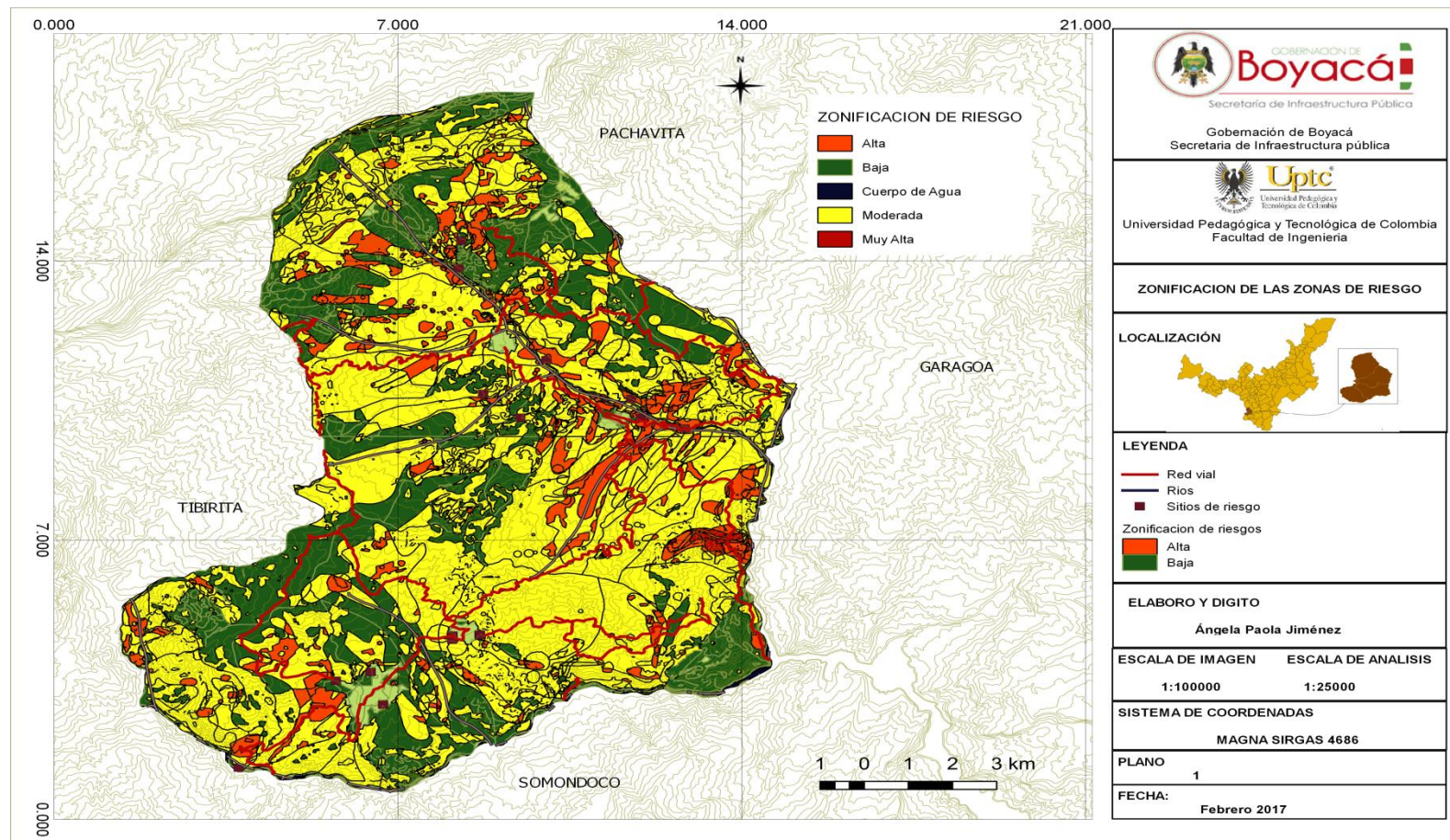
ANEXOS

ANEXO A. MAPA RESERVA NATURAL-MUNICIPIO DE LA CAPILLA



Fuente: Propia a partir de QGIS.

ANEXO B. MAPA DE ZONIFICACIÓN DE RIESGOS



Fuente: Propia a partir de QGIS.

ANEXO C

C.1 MAPAS TEMÁTICOS

Se describe a continuación los mapas temáticos contenidos en el anexo digital:

- Mapa 1. Red general de estudio.
- Mapa 2. Zonificación de riesgos.
- Mapa 3. Hidrología del municipio de La Capilla.
- Mapa 4. Zona de reserva natural.
- Mapa 5. División política del municipio de La Capilla.
- Mapa 6. Red vial del municipio de La Capilla.
- Mapa 7. Centros de acopio municipio de La Capilla.
- Mapa 8. Hidrología municipio de Tenza.
- Mapa 9. División política del municipio de Tenza.
- Mapa 10. Red vial del municipio de Tenza.
- Mapa 11. Hidrología del municipio de Guateque.
- Mapa 12. División política del municipio de Guateque.
- Mapa 13. Red vial del municipio de Guateque.
- Mapa 14. Centros de interés poblacional del municipio de Guateque.
- Mapa 15. Hidrología del municipio de Sutatenza.
- Mapa 16. División política del municipio de Sutatenza.
- Mapa 17. Red vial del municipio de Sutatenza.
- Mapa 18. Sitios de interés del municipio de Sutatenza.
- Mapa 19. Malla urbana del municipio de La Capilla.

C.2 BASE DE DATOS EN FORMATO EDITABLE TIPO SHAPE DE LA CARTOGRAFÍA BÁSICA.

La base de datos actualizada contiene las características de cada municipio, dividiéndose en los siguientes archivos digitales:

- Caracterización de la zona de estudio.
- Municipio de Guateque.
- Municipio de La Capilla.
- Municipio de Tenza.
- Municipio de Sutatenza.

C.3 MATRIZ CON LAS FICHAS DEL PLAN VIAL DEPARTAMENTAL EDITABLE EN EXCEL.

C.4 OFICIO REMISORIO RESPONDIDO POR LA ALCALDÍA DE LA CAPILLA EN PDF.